

- UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID -



INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Enrique Calvo López

Madrid, Marzo 2009

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.	MEMORIA	4
1.1.	DEFINICIÓN.....	5
1.2.	UBICACIÓN.....	6
1.3.	HISTORIA	7
1.3.1.	EL CRECIMIENTO ENERGÉTICO.....	7
1.3.2.	LA ENERGÍA EN LA SOCIEDAD	7
1.3.3.	DESARROLLO SOSTENIBLE.....	8
1.3.4.	¿QUÉ ES LA ENERGÍA SOLAR?.....	9
1.4.	EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.....	11
1.4.1.	EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA UE	11
1.4.2.	EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN ESPAÑA.....	12
1.4.3.	CONCLUSIONES.....	13
1.5.	CONDICIONES GENERALES.....	14
1.5.1.	LEGISLACIÓN.....	14
1.5.2.	NORMAS	15
1.6.	INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.....	17
1.6.1.	SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN	17
1.6.1.1.	COLECTORES	17
1.6.1.1.1.	Captación térmica.....	17
1.6.1.1.2.	Principios de funcionamiento	17
1.6.1.1.3.	Efecto invernadero.....	18
1.6.1.1.4.	El colector.....	18
1.6.1.1.5.	Principales fallos	20
1.6.1.1.6.	Factores.....	20
1.6.1.2.	VÁLVULA ANTIRRETORNO.....	20
1.6.2.	SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO	21
1.6.2.1.	Sistema de acumulación	21
1.6.2.2.	Elementos secundarios	22
1.6.2.3.	Problemas y factores.....	22
1.6.2.4.	Criterios de selección.....	23
1.6.3.	SUBCONJUNTO DE TERMOTRANSFERENCIA.....	24
1.6.3.1.	INTERCAMBIADOR.....	24
1.6.3.1.1.	Sistema de transferencia	24
1.6.3.1.2.	Sistema de circulación	25
1.6.3.2.	FLUIDO CALOPORTADOR.....	25
1.6.3.3.	CONDUCCIONES.....	26
1.6.3.3.1.	Principios de diseño.....	26
1.6.3.3.2.	Principales materiales.....	26
1.6.3.4.	BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	27
1.6.3.4.1.	Factores.....	27
1.6.3.4.2.	Conjuntos de electrobombas.....	27
1.6.3.4.3.	Características.....	28
1.6.3.4.4.	Resumiendo	28
1.6.3.5.	VASO DE EXPANSIÓN	28
1.6.3.6.	VALVULERÍA	29
1.6.3.7.	PURGADOR DE AIRE	29
1.6.4.	 AISLAMIENTOS	30
1.6.4.1.	Factores que condicionan la elección del aislamiento	30
1.6.5.	 ESTRUCTURA SOPORTE	31
1.6.6.	 SUBCONJUNTO DE REGULACIÓN Y CONTROL.....	32

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.6.6.1.	Circuito primario	32
1.6.6.2.	ACS	32
1.6.6.3.	Calefacción	32
1.7.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	33
1.7.1.	CAPTADORES.....	33
1.7.1.1.	Descripción de las partes del colector:	33
1.7.1.2.	Características técnicas.....	34
1.7.1.3.	Croquis	35
1.7.1.4.	Legislación	36
1.7.2.	ESTRUCTURAS Y ACCESORIOS	37
1.7.2.1.	Características técnicas.....	37
1.7.2.2.	Croquis	38
1.7.2.3.	Legislación	39
1.7.3.	DEPÓSITO TERMOACUMULADOR.....	40
1.7.3.1.	Características técnicas.....	40
1.7.3.2.	Dimensiones	40
1.7.3.3.	Legislación	40
1.7.4.	INTERCAMBIADOR DE PLACAS	41
1.7.4.1.	Croquis y características	41
1.7.4.2.	Legislación	41
1.7.5.	VASO DE EXPANSIÓN	42
1.7.5.1.	Croquis	42
1.7.5.2.	Legislación	42
1.8.	ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA.	43
1.8.1.	GENERALIDADES, PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTO.....	43
1.8.2.	CÁLCULOS.....	44
1.8.3.	CONCLUSIONES:.....	47
1.9.	ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL.....	48
1.9.1.	INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN GLOBAL ACTUAL.....	48
1.9.2.	CONCIENCIACIÓN.	48
1.9.3.	REDUCCIÓN DE EMISIONES.	48
1.10.	PLANIFICACIÓN.	50
1.10.1.	GENERALIDADES.	50
1.10.2.	DIAGRAMA DE GANTT.....	50
1.10.3.	PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	51
2.	ANEXOS	54
2.1.	ANEXOS DE CÁLCULOS.....	55
2.1.1.	DEMANDA ENERGÉTICA.	55
2.1.2.	APORTACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO.	
	59
2.1.3.	APORTACIÓN DE ENERGÍA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..	
	61
2.2.	ANEXOS DE TABLAS.....	80
3.	PLANOS.....	91
4.	PLIEGO DE CONDICIONES.	92
4.1.	DISPOSICIONES PRELIMINARES.....	93
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	95
4.3.	CONDICIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS.	96
4.4.	EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	96
4.5.	MEDICIÓN Y ABONO DE OBRAS.....	100

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

4.6.	DISPOSICIONES FINALES.	101
5.	PRESUPUESTO	105
5.1.	MEDICIONES	106
5.2.	PRECIOS UNITARIOS.....	107
5.3.	PRECIOS DESCOMPUESTOS.....	108
5.4.	PRESUPUESTO PARCIAL.....	111
5.5.	PRESUPUESTO GENERAL	112

MEMORIA

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.1. DEFINICIÓN

La esencia de éste proyecto es el dimensionamiento de una instalación solar térmica de ACS (agua caliente sanitaria) y del sistema de control de la misma.

Además servirá como apoyo a caldera en los días que se tenga un excedente energético, por lo que se sobredimensionará ligeramente para tener un mayor aprovechamiento.

Se espera tener un ahorro de combustible para ACS del 50% en los meses más fríos y de un 75% en los meses más cálidos. El dimensionamiento con una sustitución del 100% es excesivamente cara, ya que no guarda un equilibrio adecuado entre coste de instalación y ahorro además de ser obligatorio (por ley) tener una caldera.

Respecto al sistema de control, éste se dividirá en tres circuitos (ACS, calefacción y circuito primario), para una mayor independencia entre las partes del sistema, y así poder regular cada proceso de forma separada.

La ubicación de dicha instalación solar es en una vivienda particular a poco más de 30 Km. de Lugo. Gracias a ésta cercanía, los datos de referencia se tomará los de Lugo, ya que la diferencia en la interpolación de datos es mínima.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.2. UBICACIÓN

El diseño de la instalación solar que se realiza en éste proyecto es para una vivienda particular ubicada en Marzá, situada a 30 kilómetros de Lugo.

La localización geográfica de dicha vivienda es:

Coordenadas:

Longitud: 7° 51' W

Latitud: 42° 51' N



Gráfico 1-1. Ubicación de la vivienda.

1.3. HISTORIA

1.3.1. EL CRECIMIENTO ENERGÉTICO

El continuo aumento del consumo energético en el mundo derivado de un extraordinario crecimiento de la población mundial, junto al crecimiento del consumo “per cápita” de estos recursos obliga a una constante búsqueda de nuevos recursos energéticos que puedan satisfacer dicha demanda, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativos o de diversidad

Aunque existen muchas alternativas energéticas, algunas de ellas no han sido aún suficientemente utilizadas, bien por limitaciones técnicas o económicas, y otras apenas se han desarrollado o lo han hecho sólo parcialmente. De hecho la mayor parte de la energía se obtiene a partir de los llamados combustibles fósiles, compuestos principalmente por el petróleo y sus derivados (gasolinas, gasoil, keroseno, fueloil, etc.), el gas natural y el carbón.

Si bien, al comienzo de su explotación, estos recursos se consideraban ilimitados y su impacto ambiental era despreciable, actualmente estas consideraciones han cambiado radicalmente, principalmente debido a que el aumento de la demanda energética se produce con tal intensidad, que cada vez resulta más difícil encontrar y explotar yacimientos de éstos combustibles.

Además el consumo masivo de hidrocarburos está produciendo alteraciones medioambientales a nivel mundial, como resultado de las emisiones que producen. Así, son los causantes de la denominada lluvia ácida, que deriva en grandes daños al suelo, y en consecuencia a la flora y fauna. Y en las grandes ciudades también se producen efectos indeseables, nocivos y molestos, debidos a la combinación de las emisiones de gases de combustión con algunos otros fenómenos naturales, tales como el smog o concentraciones excesivamente elevadas de componentes indeseables en la atmósfera.

No hay que olvidar que la disponibilidad de recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico de las naciones, es por ello que es importante no sólo la prospección de nuevos yacimientos sino también el estudio de alternativas energéticas que favorezcan la diversidad y mejora de la explotación de los recursos naturales. Ello cobra un especial interés en aquellos países en que los recursos naturales son insuficientes y, por tanto, son energéticamente dependientes del exterior. Los recursos energéticos son usados por el hombre para satisfacer algunas de sus necesidades básicas en forma de calor y trabajo.

1.3.2. LA ENERGÍA EN LA SOCIEDAD

La energía es un área clave en la sociedad porque atraviesa todos los patrones. Por lo que sociológicamente hablando, el tipo de sociedad lo caracterizan los problemas de energía de las sociedades y los recursos energéticos limitan las capacidades de las mismas. Las sociedades humanas se han desarrollado sin ser conscientes de su dependencia energética. El crecimiento industrial se realizó independientemente de sus consecuencias. El carbón afectó a las miniestructuras sociales y estructuras externas, mientras que el petróleo afectó a las superestructuras.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Los seres humanos utilizamos la energía para alterar las reacciones físicas de la naturaleza, mientras que los ecosistemas están continuamente cambiando para equilibrar los movimientos de energía. Las metrópolis urbanas son el mayor ejemplo de las alteraciones realizadas por el hombre en la naturaleza y son el máximo exponente de las sociedades. Dichas urbes han sido fomentadas por la energía barata y por los sistemas de transporte que han sido uno de los factores claves en los cambios producidos en las sociedades modernas. Un mayor desarrollo tecnológico supone un mayor consumo energético.

La mejor manera de reducir las emisiones contaminantes es el ahorro. El 52% de las emisiones atmosféricas producidas por hidrocarburos se deben al sector del transporte. La eficiencia energética de los vehículos se ha visto contrarrestado por el aumento de la flota. La mejor solución para evitar el aumento exponencial de vehículos sería una legislación común que aumentase la garantía de los productos, para que éstos no se renueven cada poco tiempo.

A día de hoy, la era del petróleo barato se está extinguiendo. El petróleo presenta una gran debilidad por su dependencia en los países de la OPEP y por la posibilidad de agotamiento en un medio plazo.

España es importadora de recursos energéticos. Su dependencia del petróleo y del gas natural es total. En el caso carbón, España importa carbón de Sudáfrica y Australia, ya que éste tiene una concentración de azufre aproximada del 5% mientras el combustible nacional tiene un 25% de azufre (además de ser económicamente más barato comprarlo que extraerlo) por lo que los procesos de eliminación del SO₂ son menores. El abanico de vendedores de petróleo del que nos abastecemos es extremadamente variado (Venezuela, Arabia Saudita, Kenia, Rusia, etc.) para evitar problemas de abastecimientos, mientras que para el gas natural está limitado prácticamente a Argelia.

Las medidas de ahorro energético no cambia el modelo energético convencional, es decir, actualmente las energías renovables son un complemento a las energías convencionales y no un sustituto, pero podemos reducir la dependencia que tenemos. De aquí parte el concepto de “Desarrollo Sostenible”.

1.3.3. DESARROLLO SOSTENIBLE

El concepto de desarrollo sostenible nació en 1973, durante la crisis del petróleo, y se desarrolló conceptualmente durante la década de los 80 y los 90. El modelo de desarrollo sostenible tomado en los países industrializados se basa en la protección del medio ambiente sin influir en el desarrollo económico, por lo que antepone la economía a la protección medioambiental. El crecimiento económico es un axioma para estos gobiernos mediante tres condiciones:

- libre competencia
- protección de la propiedad privada
- desarrollo tecnológico

Las sociedades contemporáneas están sufriendo una transición energética.

1.3.4. ¿QUÉ ES LA ENERGÍA SOLAR?

El Sol desde nuestro punto de vista energético es una inmensa esfera de gases a alta temperatura, con un diámetro de 1.39×10^9 m, situado a la distancia media de 1.5×10^{11} m respecto de la Tierra. El origen de la energía que el Sol produce e irradia está en las reacciones nucleares que se producen continuamente en su interior, de forma que los átomos de Hidrógeno se fusionan entre sí formando átomos de Helio, o reacciones entre átomos de Helio, y/o Helio-Hidrógeno. Estas reacciones hacen que una pequeña cantidad de materia o defecto de masa se convierta en energía de acuerdo con la ecuación $E = m \times c^2$, donde E es la cantidad de energía liberada cuando desaparece la masa m y c es la velocidad de la luz. La cantidad de energía que transmite el Sol en un segundo es del orden de 4×10^{26} J.

Aunque la temperatura en el interior del Sol se estima que es del orden de 10^7 K, en su superficie externa la temperatura "efectiva de cuerpo negro" es de unos 5900 K. Esto significa que la emisión de radiación de un cuerpo negro ideal que se encontrara a 5900 K sería muy parecida a la del sol.

La mayor parte de esas ondas electromagnéticas (fotones) emitidas por el Sol tiene una longitud de onda comprendida entre $0.3 \mu\text{m}$ y $3 \mu\text{m}$, aunque solamente las que van desde 0.4 a $0.7 \mu\text{m}$ son susceptibles de ser captadas por el ojo humano, formando lo que se conoce como luz visible.

Al extenderse por el espacio en todas las direcciones, la energía radiante del Sol se reparte según una esfera ficticia, cuyo centro es el Sol y cuyo radio crece a la misma velocidad que la propia radiación. Por lo tanto, la intensidad en un punto de dicha superficie esférica, al repartirse la energía solar sobre un área cada vez mayor, será tanto más pequeña cuanto mayor sea el radio de la misma. El valor aproximado de esta intensidad a la distancia que se encuentra nuestro planeta del Sol se conoce como constante solar y vale 1367 W/m^2 (Radiación solar extraterrestre).

La capa atmosférica supone un obstáculo al libre paso de la radiación mediante diversos efectos, entre los que cabe destacar la reflexión en la parte superior de las nubes y la absorción parcial por las diferentes moléculas del aire. Esto hace que la intensidad que llega sobre superficie horizontal, incluso en días claros y atmósfera muy limpia, rara vez supera los 1000 W/m^2 .

También es de destacar que aunque los rayos solares se trasladen en línea recta, los fotones al llegar a la atmósfera sufren difusiones y dispersiones, esta luz difundida finalmente llega también a la superficie, y al haber cambiado muchas veces de dirección al atravesar la atmósfera, lo hace como si proviniese de toda la bóveda celeste. A esta radiación se le conoce con el nombre de radiación difusa. Para nuestro caso particular deberemos considerar la suma de la radiación difusa y la radiación directa, formando así la radiación total. La radiación difusa supone aproximadamente un tercio de la radiación total que se recibe a lo largo del año.

El Sol es una fuente de energía limpia, inagotable y gratuita. Su transformación en calor o electricidad se puede llevar a término en el mismo lugar de consumo, evitando así depender de infraestructuras de terceros.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Se denomina "térmica" la energía solar cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún medio. Actualmente, la inmensa mayoría de las instalaciones que aprovecha del poder térmico de la región sólo lo hacen calentando agua para fines domésticos e industriales. Sin embargo pueden usarse en innumerables procesos, desde aplicaciones tan sencillas como los invernaderos agrícolas, a la producción de hidrógeno o la conversión termodinámica de la energía solar.

A su vez, se llama "fotovoltaica" a la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin pasar por un efecto térmico.

La razón por la que la producción de agua caliente sanitaria por medio de energía solar es la aplicación que mejor se adapta a las características de la misma se debe a que el rango de temperaturas que son necesarias alcanzar, entre 40 °C y 50 °C, coincide con las de mayor eficacia de los colectores de energía solar. Además es una necesidad que debe ser satisfecha durante los doce meses del año, por lo que la inversión en el sistema se rentabilizará más rápidamente que en el caso de aplicaciones estacionales, como puede ser la calefacción en invierno, o el calentamiento piscinas en verano.

El Sol es una fuente de energía que no podemos controlar. Su producción nos llega de forma continuada durante una media de 12 horas al día, a razón de 1400-1800 Kwh./metro cuadrado al año, lo que equivale a que por cada metro cuadrado recibimos la energía obtenida de quemar unos 165-200 litros de gasóleo. O lo que es lo mismo, con la energía solar que llega en 5 metros cuadrados podríamos suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 metros cuadrados.

Pero esta energía no nos llega en el preciso momento en que la necesitamos, sino repartida durante todas las horas de sol. Contrariamente a esta producción nos encontramos con los perfiles de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso. Por ejemplo, en las instalaciones de ACS en viviendas tendremos dos-tres picos de consumo al día; o en las instalaciones de calefacción el horario de funcionamiento normalmente comenzará después de las 12 del mediodía y sólo durante el invierno.

Dado que el aprovechamiento de la energía solar para este fin se convierta en una posibilidad bastante atractiva, es por lo que se ha realizado este proyecto de aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento del agua sanitaria y calefacción para una vivienda rural en Marzá (Lugo).

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.4. EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR

1.4.1. EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA UE

A finales de 2003 la UE disponía de una superficie acumulada de 14 Mm² (teniendo en cuenta la retirada de instalaciones obsoletas).

Tabla 1-1: La superficie acumulada a los años 2003 y 2004.

	2003	2004
Alemania	4.715.110	4.715.110
Austria	2.850.200	2.877.200
Grecia	2.535.057	2.711.900
Francia	670.000	726.500
Italia	408.450	449.900
Holanda	406.000	449.000
España	282.380	342.400
Reino Unido	290.320	306.200
Suecia	203.420	215.400
Dinamarca	199.250	210.000
Portugal	199.900	179.800
Bélgica	41.320	50.100
Finlandia	43.250	45.100
Irlanda	4.170	4.800
TOTAL	12.848.827	14.010.400

Con una superficie instalada en el año 2004 de 1,16 Mm²

Tabla 1-2: La superficie instalada en los años 2004 y 2005.

	2004	2005
Alemania	574.060	726.990
Austria	171.000	27.000
Grecia	152.000	176.843
Francia	62.000	56.500
Italia	57.000	41.450
Holanda	53.300	43.000
España	56.910	60.020
Reino Unido	25.500	15.880
Suecia	11.980	11.980
Dinamarca	13.300	10.750
Portugal	6.000	20.100
Bélgica	5.250	8.780
Finlandia	2.000	1.850
Irlanda	865	630
TOTAL	1.198.375	1.161.573

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.4.2. EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN ESPAÑA

En España, la superficie instalada acumulada en el año 2002 es de 522.561 m² (solo se considera las instalaciones subvencionadas).

Tabla 1-3: La superficie acumulada a los años 2003 y 2004.

	2003	2004
Andalucía	141.363	165.061
Aragón	3.083	4.244
Asturias	3.149	4.340
Baleares	73.902	75.186
Canarias	74.467	82.311
Cantabria	388	429
Castilla y León	13.128	18.246
Castilla La Mancha	4.830	6.167
Cataluña	31.559	37.243
Comunidad Valenciana	44.445	49.393
Extremadura	2.849	2.866
Galicia	2.803	3.600
Madrid	43.417	45.572
Murcia	12.073	14.771
Navarra	8.514	10.384
País Vasco	2.015	2.603
La Rioja	46	110
TOTAL	462.031	522.526

Instalándose cada año superficies de 50.000 m²

Tabla 1-4: La superficie instalada en los años 2003, 2004 y 2005.

	2003	2004	2005
Andalucía	18.095	25.707	23.698
Aragón	172	443	1.161
Asturias	1.833	756	1.191
Baleares	2.236	916	1.284
Canarias	4.806	7.892	7.844
Cantabria	0	188	41
Castilla y León	1.023	2.810	5.118
Castilla La Mancha	566	844	1.337
Cataluña	5.457	4.613	5.684
Comunidad Valenciana	4.013	4.355	4.948
Extremadura	36	335	17
Galicia	0	1.255	797
Madrid	1.307	1.913	2.155

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Murcia	1.157	1.901	2.698
Navarra	561	1.724	1.870
País Vasco	303	865	588
La Rioja	0	0	64
TOTAL	41.565	56.517	60.495

1.4.3. CONCLUSIONES

Varios países en la UE con un nivel menor de insolación que España disponen de mayor superficie solar instalada.

En la UE la media de superficie instalada de aproxima a 37,3 m²/ 1.000 habitantes (334 en Austria, 274 en Grecia, Alemania en el entorno de 60 y España en 14).

En conjunto, la energía solar precisa de un fuerte apoyo institucional y grandes subvenciones. En Alemania las ayudas son de 110 €/m² hasta una superficie de 200 m² y de 60 €/m² para superficies mayores. En Austria, las subvenciones son de 1.100 €/instalación más 100 €/m² con un tope máximo de 3.800 € por instalación. Grecia eliminó a finales de 2004 las ayudas (si bien es un mercado barato en ese país). En España, la dotación económica de las ayudas es suficiente para el fomento de la energía solar y el porcentaje de las ayudas oscila entre el 50% y el 70% de la inversión, si bien, el problema radica en la falta de concienciación social.

A nivel internacional, el gran problema es la falta de una acreditación internacional unificada para la libre circulación de captadores y empresas solares, es decir, una “regulación solar”.

La solar fotovoltaica conectada a red empieza a competir con la térmica por los tejados, ya que se obtiene beneficios económicos en vez de ahorro energético.

España confirma su asentamiento, convirtiéndose en el 5º mercado europeo.

Las políticas que deben desarrollarse han de tener en cuenta el incumplimiento de los objetivos propuestos. A final del 2010, España debería contar con 4,5 Mm² instalados.

1.5. CONDICIONES GENERALES

1.5.1. LEGISLACIÓN

La legislación que deberemos de tener como punto de referencia para la realización del proyecto es la siguiente:

- * Códigos Técnicos de la Edificación (C.T.E.), de Marzo del 2006, con especial vinculación legal sobre su Documento Básico HE (Ahorro de la energía).
- * Real Decreto 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares (BOE de 12 mayo de 1980)
- * Orden del 28 Julio 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares (BOE 18 de agosto de 1980)
- * Orden del 9 de abril de 1981, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización, a efectos de la concesión de subvenciones a los propietarios, en el desarrollo del artículo 13 de la ley 82/1980, del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (BOE 25 de Abril de 1981)
- * Real Decreto 1751/1998 del 31 de julio, que aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (BOE 5 de Agosto de 1998)
- * Pliego de condiciones técnicas de las instalaciones de energía solar térmica IDEA (ref. PET-REV-16.6.18.5/I-01)
- * Ley 82/1980 del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (BOE 27 de enero de 1981)
- * Resolución de la Dirección General del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), de 12 de marzo de 2002, por la que se establecen las bases reguladoras y la convocatoria para la concesión de ayudas para apoyo a la energía solar térmica, en el marco del Plan de Fomento de las Energías Renovables
- * Resolución del 5 de Noviembre de 2001, de la consejería de industria, comercio y turismo, por la que se aprueban las bases que han de regir la convocatoria pública de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables en el año 2002.
- * Ley 51/2002, que reforma la Ley Reguladora de las Haciendas Locales, abre la posibilidad de que los Ayuntamientos puedan aplicar bonificaciones
- * Ley 36/2003 de Medidas de Reforma Económica.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

- * Reglamento de recipientes a presión
- * Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- * Ley 31/1995 del 8 de Noviembre sobre la prevención de riesgos laborales (BOE nº 269 del 10 de Noviembre)
- * Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- * Orden de 7 de febrero de 2005, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se establecen las bases y la convocatoria de concesión de ayudas, a familias e instituciones sin ánimo de lucro, con destino a la ejecución de proyectos y realización de estudios y auditorias en materia de ahorro, eficiencia y diversificación energética, para el año 2005.
- * Orden de 20 de enero de 2005, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se regulan las bases y la convocatoria de ayudas a las Corporaciones Locales, con destino a la ejecución de proyectos de explotación de recursos energéticos renovables, para el ejercicio 2005.
- * Orden de 20 de enero de 2005, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se establecen las bases y la convocatoria para la concesión de ayudas para el año 2005, con destino a la ejecución de proyectos y realización de estudios y auditorias en materia de ahorro, eficiencia y diversificación energética.
- * Orden de 20 de enero de 2005, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se regulan las bases y la convocatoria de ayudas a empresas y a familias e instituciones sin fines de lucro, con destino a la ejecución y explotación de proyectos de instalaciones de aprovechamiento de recursos energéticos renovables, para el ejercicio 2005.

1.5.2. NORMAS

También se seguirá en todo lo posible otras normas como las UNE de la asociación española de normalización y certificación (AENOR), normas NTE del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las CEN o ISO, como las siguientes:

- * UNE-EN 12975-1 Sistemas solares térmicos y componentes - Captadores Solares - Parte 1: Requisitos Generales.
- * UNE-EN 12975-2 Sistemas solares térmicos y componentes - Captadores Solares - Parte 2: Métodos de Ensayo.
- * UNE-EN 12976-1. Sistemas solares térmicos y componentes – Sistemas solares prefabricados - Parte 1: Requisitos Generales

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

- * UNE-EN 12976-2 Sistemas solares térmicos y componentes – Sistemas solares prefabricados - Parte 2: Métodos de Ensayo.
- * UNE-EN 12977-1. Sistemas solares térmicos y componentes – Sistemas solares a medida - Parte 1: Requisitos Generales
- * UNE-EN 12977-2 Sistemas solares térmicos y componentes – Sistemas solares a medida - Parte 2: Métodos de Ensayo.
- * prEN 806-1, Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption - Part 1: General.
- * prEN 1717, Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.
- * ENV 1991-2-3, Eurocode 1 - Basis of design and actions on structures - Part 2 - 3: Action on structures; snow loads.
- * ENV 1991-2-4, Eurocode 1 - Basis of design and actions on structures - Part 2 - 4: Action on structures; wind loads.
- * EN 60335-1:1995, Safety of household and similar electrical appliances - Part 1: General requirements (IEC 335-1:1991 modified).
- * EN 60335-2-21, Safety of household and similar electrical appliances - Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21: 1989 + Amendments 1:1990 and 2:1990, modified).
- * ENV 61024-1 Protection of structures against lightning - Part 1: General principles (IEC 1024-1:1990, modified).
- * ISO 9488 Energía Solar - Vocabulario.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

1.6. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

1.6.1. SUBCONJUNTO DE CAPTACIÓN

1.6.1.1. COLECTORES

El subconjunto de captación es el encargado de captar la energía solar incidente (captación térmica) y transformarla en energía térmica, y está formado por los colectores, sus elementos de sujeción y demás accesorios.

1.6.1.1.1. Captación térmica

Se entiende por captación térmica de la energía solar al procedimiento de transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica.

Nos referiremos a aplicaciones de la energía solar a baja temperatura cuando la energía térmica que se obtiene se utiliza para temperaturas inferiores a 80-100 °C. Se pretende de esta forma obtener a partir del sol una energía que podremos utilizar en aplicaciones térmicas: calentar agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacios, calentamiento de piscinas, secaderos, etc.

1.6.1.1.2. Principios de funcionamiento

Un cuerpo expuesto al sol recibe un flujo energético, bajo cuyo efecto se calienta, a su vez se producen pérdidas térmicas, por radiación, convección y conducción del mismo a su alrededor, las cuales hacen que en esta situación se llegue a un momento en que las pérdidas térmicas igualan a la energía producida por el flujo energético incidente, alcanzándose entonces la llamada temperatura de equilibrio t_e .

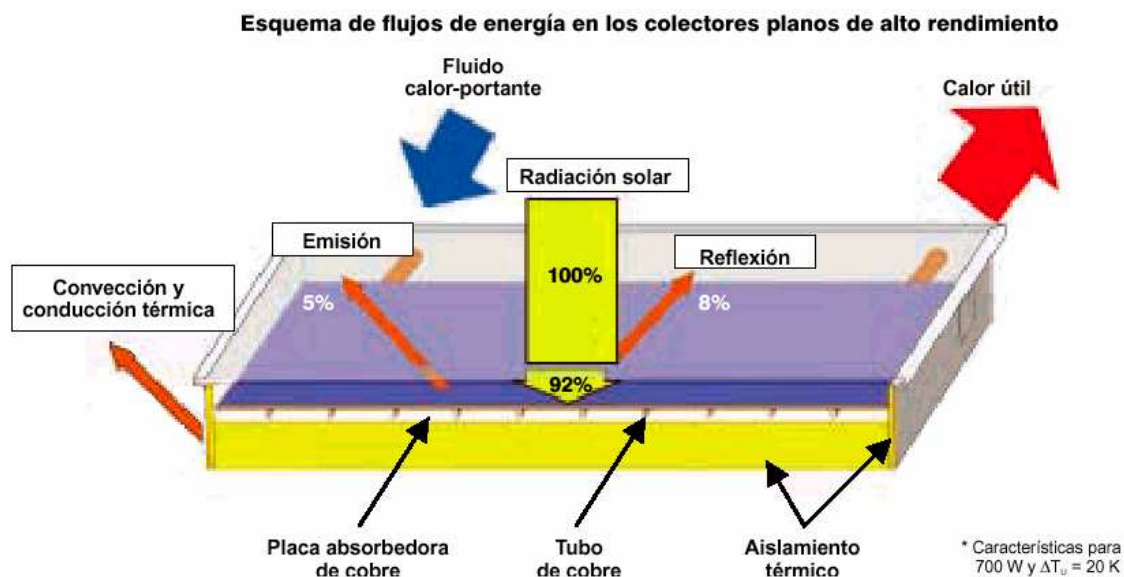


Gráfico 1-2: Flujos de energía en colectores planos.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.6.1.1.3. Efecto invernadero

Cuando se coloca un vidrio entre la placa absorbedora y el sol ocurre que, como el vidrio es transparente a la radiación solar pero es opaco a la radiación infrarroja, no deja pasar la radiación de mayor longitud de onda que emite la placa al calentarse. De esta forma se produce una “trampa energética de radiaciones” que impide que la energía radiante que ha atravesado el vidrio vuelva a salir; esta trampa constituye el denominado efecto invernadero.

El vidrio también evita el contacto directo de la placa con el aire ambiente con lo que, además, se evitarán las pérdidas por convección antes referidas.

1.6.1.1.4. El colector

El colector solar es el elemento encargado de captar la energía contenida en la radiación solar y transferirla al fluido a calentar. El tipo de colectores más extendido es el denominado colector solar plano, aunque existen diversos tipos de colectores, como son los colectores solares de vacío y los colectores cilíndrico-parabólicos.

Los colectores solares planos destinados al calentamiento de agua pueden estar fabricados en distintos materiales (acero, cobre, aluminio, plásticos...) pero están siempre basados en el mismo principio, en el ya mencionado Efecto Invernadero.

La característica específica de los colectores planos es que carecen de cualquier tipo de concentración de la energía incidente; captan tanto la radiación directa como la difusa y carecen de cualquier forma de seguimiento de la posición del sol, a lo largo del día.

Los elementos básicos de un colector individual son:

a) Superficie captadora: es la pieza clave del colector solar. Está formada por tubos o conductos por los que circula el agua que ha de ser calentada, y una superficie de captación selectiva que transfiere el calor hasta los tubos.

La superficie sobre la que incide el sol debe contar con un tratamiento que consiga que la radiación absorbida sea máxima, limitando las pérdidas.

Este tratamiento debe tener la misma vida que el colector y resistir las condiciones de insolación y ciclos de frío-calor a los que se somete.

Existen muchas posibilidades de configuración para la realización de la superficie captadora, pero la mayoría están basadas en parrillas de tubos y aletas.

b) Cubierta transparente: con el fin de reducir las pérdidas, proteger de la intemperie la placa absorbedora y crear el efecto invernadero, se coloca sobre el absorbente una superficie transparente.

Aunque se han comercializado colectores con más de una cubierta y de materiales plásticos, lo más habitual es que sea una única superficie de vidrio, con un bajo contenido en hierro (para limitar las pérdidas energéticas) y de un espesor de al menos 4 mm. Las cubiertas de plástico o láminas transparentes son menos frágiles, más ligeras y más económicas, sin embargo pueden sufrir rápidamente un gran envejecimiento por su exposición directa a la radiación solar.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

c) Aislamiento térmico: El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fondo del colector bajo la superficie absorbente, como en los laterales con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa.

Los materiales más usados son la fibra de vidrio, la lana de roca, la espuma rígida de poliuretano y el poliestireno expandido.

Cualquiera que sea el material elegido debe tener además de una baja conductividad térmica, un coeficiente de dilatación compatible con los demás componentes del panel solar y resistencia a la temperatura.

Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste.

En el caso de que sea un material con posibilidad de absorción de líquidos, deberá disponer de una protección que asegure su estanqueidad frente a fugas y condensaciones.

d) Carcasa: Es el elemento que recoge el resto de componentes del colector dándole la rigidez y estanqueidad necesarias al conjunto. Aunque también puede ser material plástico, lo usual es que sea metálica.

e) Juntas: permiten la estanqueidad del colector en relación con la cubierta y la carcasa, pudiendo ser de caucho perforado o silicona.

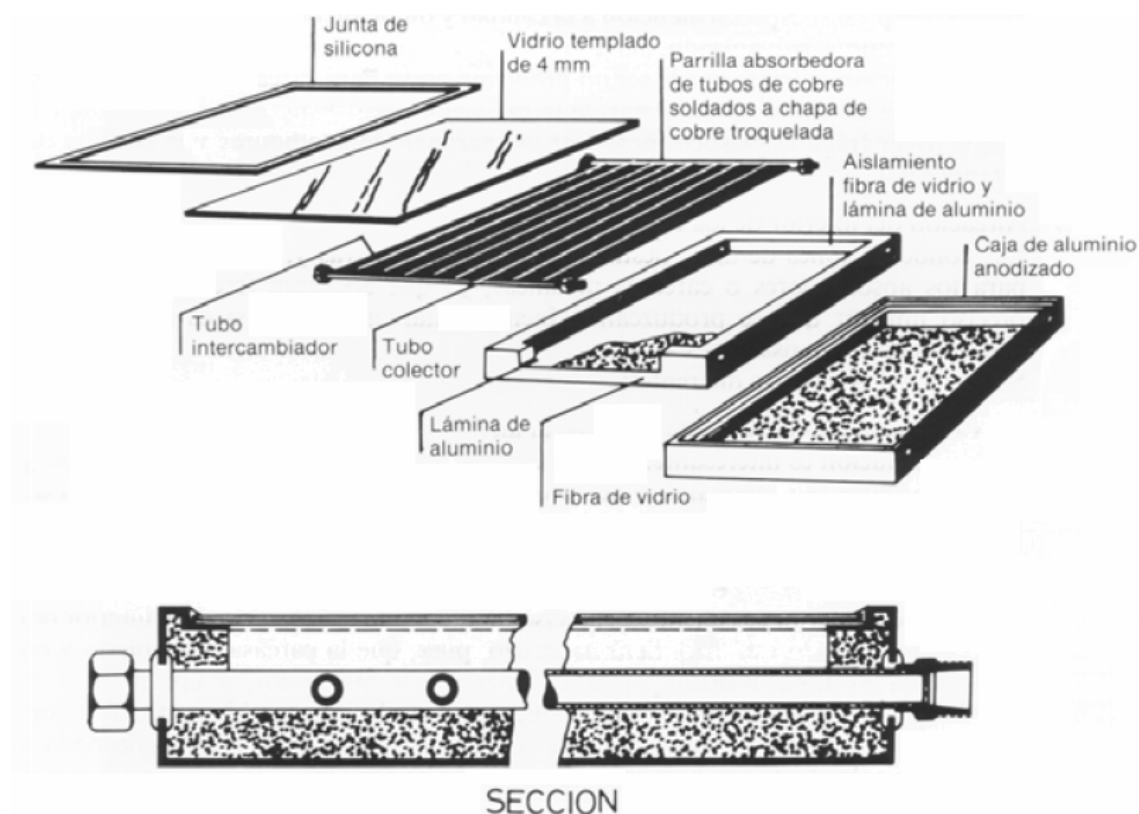


Gráfico 1-3: Partes de un colector.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.6.1.1.5. Principales fallos

Las principales causas de fallo de los captadores pueden ser:

- Entrada de agua en el interior del captador
- Degradación del tratamiento del absorbedor
- Corrosión del absorbedor
- Degradación y rotura de la cubierta
- Degradación de los materiales aislantes
- Degradación del material de las juntas.

1.6.1.1.6. Factores

En la instalación de colectores planos existen dos factores de gran importancia:

- La Orientación.
- La Inclinación.

Con estas dos variables se pretende que a lo largo de las horas del día y de los meses del año, el ángulo formado por la radiación incidente y la normal al colector sea mínimo. Esto se conseguirá en general orientando los colectores al sur y dando un ángulo de inclinación similar a la latitud del lugar.

1.6.1.2.VÁLVULA ANTIRRETORNO

La válvula antirretorno es la encargada de impedir que el fluido que sale de los colectores retorne al mismo sin haber recorrido el circuito hidráulico completo.

Éstas pueden ser de disco o clapeta.

1.6.2. SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO

1.6.2.1. Sistema de acumulación

Tanto la energía que se recibe del sol, como la demanda de agua caliente sanitaria, son magnitudes que dependen del tiempo y no siempre se producirán cuando se disponga de suficiente radiación. Por tanto, será necesario acumular energía en los momentos del día en que esto sea posible, para utilizarla en los momentos en que se produzca la demanda.

Normalmente se almacena la energía en forma de calor sensible por medio del agua que será usada posteriormente para el consumo. La dimensión de los tanques deberá estar proporcionada al consumo, cubriendo la demanda de uno o dos días. Existe una relación entre la superficie de captación y el tamaño del acumulador, de tal modo que grandes superficies de captación con acumuladores pequeños implicará poco agua pero a una temperatura alta y por tanto menos eficiencia en la captación, mientras que superficies pequeñas de captación con grandes acumuladores implican una gran cantidad de agua pero a una temperatura media con mayor necesidad de apoyo energético exterior.

En general se suele dimensionar con criterios de equilibrio y para los niveles de radiación en España, se utiliza la proporción de 60-100 litros de agua por m² de superficie captadora.

En los acumuladores de agua caliente se tiende a estratificarse en sentido vertical por temperaturas, de manera que la temperatura es superior en la parte superior del acumulador, por la diferencia de densidades que se produce en el agua. Por eso es recomendable que al menos la altura sea dos veces el diámetro.

El diseño de los depósitos debe tener en cuenta los siguientes aspectos, además del citado en el punto anterior:

- ✓ Forma y disposición del depósito.
- ✓ Resistencia del conjunto a la máxima presión y temperatura.
- ✓ Tratamiento interno de materiales en contacto con A.C.S.
- ✓ Aislamiento y su protección para evitar pérdidas de calor.
- ✓ Situación de conexiones de entrada y salida.
- ✓ Medidas para favorecer la estratificación y evitar la mezcla.
- ✓ Previsión de corrosiones y degradaciones.

El material para la construcción de los acumuladores será el acero inoxidable o el galvanizado con tratamientos superficiales y vitrificados o la fibra de vidrio para hacer frente a los problemas de corrosión. En circuitos cerrados se usa el intercambiador, haciendo independientes el fluido que circula a través del colector del agua de consumo.

1.6.2.2.Elementos secundarios

Como elementos secundarios del subsistema de acumulación además del propio tanque, el intercambiador y bomba si la hubiera, existen otros elementos como válvulas de paso, de seguridad, manómetro, termómetro, etc.

1.6.2.3.Problemas y factores

Los principales problemas encontrados en el funcionamiento de los depósitos son:

- ✓ Pérdidas de rendimiento por excesivas pérdidas de calor generadas por un aislamiento defectuoso o por flujo inverso durante la noche.
- ✓ Pérdidas de rendimiento por la aparición de caminos preferentes del fluido, debidos a un diseño defectuoso de las conexiones de entrada y salida.
- ✓ Degradación del tratamiento de protección interior y perforación del tanque por corrosiones de las paredes internas.

Los problemas de corrosión se producen por efecto del exceso de temperatura, la aparición de pares galvánicos y por oxígeno y sales disueltas en el agua.

Los factores que más influyen en el funcionamiento de un acumulador solar son los siguientes:

- ✓ La estratificación es la distribución vertical de temperaturas del agua que favorece el rendimiento.
- ✓ La circulación interior será tomada en cuenta en el diseño de las conexiones de entrada y salida del acumulador.
- ✓ Las pérdidas de calor deben aislarse correctamente.
- ✓ La mezcla se produce por la alta velocidad del agua al entrar y/o salir del depósito y siempre perjudica las prestaciones de la instalación.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.6.2.4. Criterios de selección

El volumen de acumulación se puede calcular siguiendo los siguientes criterios:

1) En función de la superficie captadora. : En función de la temperatura de utilización requerida. Se puede seguir el siguiente gráfico para determinarlo:

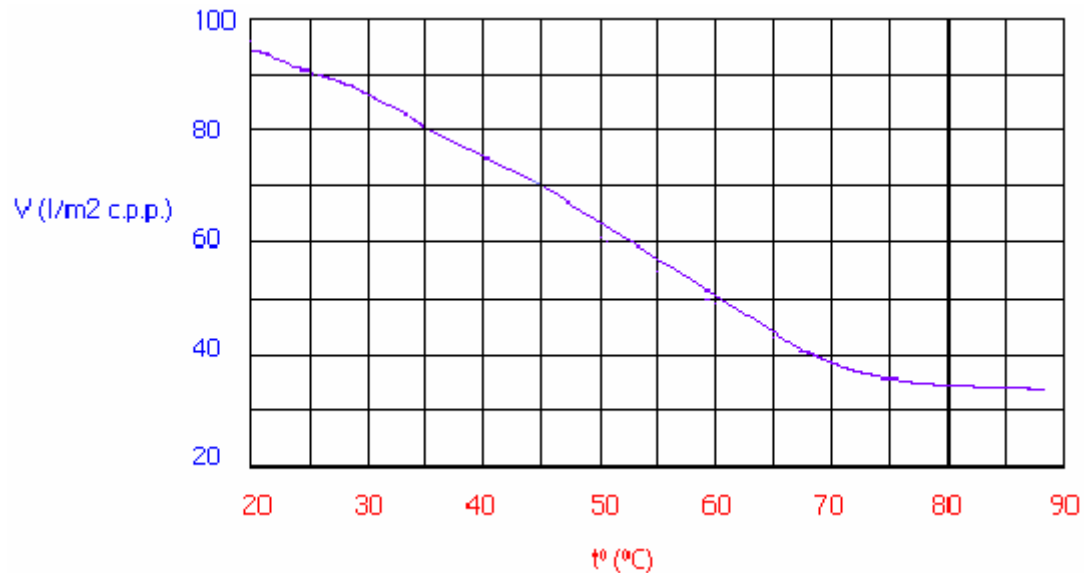


Gráfico 1-4: Volumen de acumulación en función de la superficie captadora.

2) En función del desfase entre captación, almacenamiento y consumo. Así, para una coincidencia entre periodos de captación y consumo se toman valores entre 35 y 50 l/m^2 . Para desfases, no superiores a 24 horas, se toman valores entre 60 y 90 l/m^2 . Finalmente, para periodos superiores a 24 horas e inferiores a 72 se toma un volumen comprendido entre 75 y 150 l/m^2 .

1.6.3. SUBCONJUNTO DE TERMOTRANSFERENCIA

El subconjunto de termotransferencia está formado por aquellos elementos de la instalación encargados de transferir la energía captada en los colectores solares hasta el depósito de acumulación de agua caliente sanitaria. Entre los elementos que pertenecen a este grupo está el intercambiador, tuberías, válvulas y demás piezas que forman parte integrante del sistema de transporte del calor.

1.6.3.1. INTERCAMBIADOR

1.6.3.1.1. Sistema de transferencia

Según el sistema de termotransferencia las instalaciones se clasifican en dos grupos, los de transferencia térmica directa e indirecta. El caso más general es el sistema indirecto, esto es que existe un intercambiador térmico tal que el fluido del primario no está en contacto con el agua caliente sanitaria.

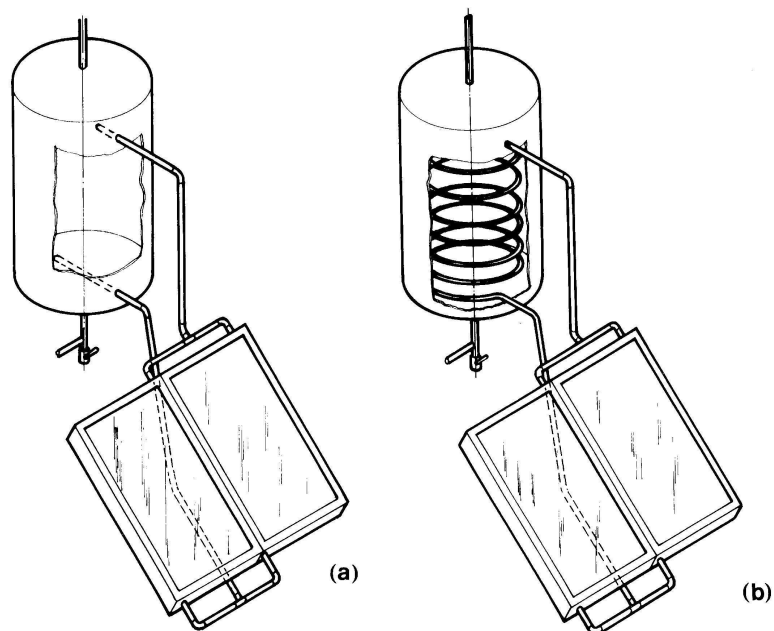


Gráfico 1-5: Sistemas de transferencia de calor.

La decisión de optar por un sistema de circulación indirecta se basa en los problemas que presentan los sistemas directos, como son la necesidad de usar materiales que no contaminen el agua en el circuito de colectores, con el consiguiente riesgo de congelación al no poder añadir anticongelantes al fluido. Un mayor riesgo de vaporizaciones, incrustaciones y corrosiones en el circuito, además del hecho de que todo el circuito, incluidos los colectores, trabajaría a la presión de la red, hecho que no suele ser aconsejable por los fabricantes de los colectores. En cualquier caso existen restricciones de tipo legal para que el agua de consumo no pase a través de los colectores.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.6.3.1.2. Sistema de circulación

La circulación se puede realizar por dos métodos: circulación natural también llamada termosifón o por circulación forzada mediante el uso de un electrocirculador en el circuito primario.

La circulación forzada presenta inconvenientes como pueden ser la necesidad de disponer de energía eléctrica o la de regulación y control del circulador. Por el contrario ofrece una gran cantidad de ventajas, tales como la no-necesidad de colocar el acumulador por encima de los colectores para que se produzca la circulación del fluido, el tener una mayor flexibilidad en el diseño hidráulico del circuito, así como en los diámetros de las tuberías del mismo ya que las pérdidas hidráulicas se subsanan con una mayor potencia en el dimensionado del electrocirculador. También podemos limitar la temperatura máxima del agua en el depósito, que en verano puede alcanzar hasta los 60°C, con el consiguiente riesgo para las personas, o para el sistema por formación de incrustaciones calcáreas y corrosiones en el depósito. Y no se presentan problemas para evitar la congelación del fluido en el colector, lo que sí ocurre en los sistemas por termosifón puesto que los aditivos para evitar la congelación aumentan la viscosidad del fluido y por tanto hace dificultar la circulación del mismo.

1.6.3.2.FLUIDO CALOPORTADOR

El fluido caloportador absorbe y transporta por el interior del circuito de tubos del colector, el calor captado por la placa absorbente, que procede del Sol, para posteriormente cederlo al agua de consumo a través del intercambiador de calor existente en el depósito interacumulador, elevando así su temperatura a la de consumo.

De modo que es el elemento que transporta la energía desde el elemento donde es captada, hasta el elemento donde es utilizada.

La mejor solución es utilizar el agua de la red, sola o con aditivos. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se utilizan anticorrosivos.

El agua utilizada por si sola como fluido caloportador presenta inconvenientes importantes, ya que ataca a los metales y debido a las sales minerales que contiene produce depósitos calcáreos por encima de 50°C. Al mezclarla con anticongelantes como el etilenglicol o propilenglicol hay que considerar las características de estas mezclas:

- TOXICIDAD: los anticongelantes son en general tóxicos.
- VISCOSIDAD: aumenta la viscosidad del agua.
- DILATACIÓN: es superior.
- CALOR ESPECÍFICO: es inferior
- TEMPERATURA DE EBULLICIÓN: es superior.

Pero también presenta inconvenientes la utilización de los mismos:

- Hace falta intercambiador.
- Pierden propiedades con el tiempo, hay que cambiarlos.
- El glicol es tóxico.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

- No se puede utilizar cuando existe parte de la instalación galvanizada con zinc.
- Las mezclas con glicol pueden gotear por juntas donde no lo haga el agua.

El fluido caloportador deberá ser capaz de soportar sin congelarse una temperatura 5°C menor que la mínima histórica que haya sido registrada en la zona.

1.6.3.3.CONDUCCIONES

Los principios que deben aplicarse son los mismos que para instalaciones convencionales, aunque teniendo en cuenta que en este caso la energía solar de reserva está limitada a los periodos de insolación.

1.6.3.3.1. Principios de diseño

Algunos de los principios que pueden enumerarse son:

- Limitar la longitud de las distintas conducciones.
- Calorifugar adecuadamente todas las conducciones para evitar pérdidas, teniendo en cuenta el tipo de aislante si es para interior o intemperie.
- Instalar juntas de dilatación donde las variaciones de temperatura sean más acusadas.
- Instalar purgadores para evacuar el aire de la instalación.
- Dimensionar las secciones adecuadamente.
- Instalar dispositivos mezcladores a la salida del acumulador que permitan un ahorro de energía.
- En establecimientos de uso público (hoteles, piscinas, polideportivos, etc.) es importante la utilización de grifos temporizadores para evitar consumos desmedidos de agua.
- Se instalarán lo más próximas posible a los paramentos, dejando el espacio necesario para manipular el aislamiento, válvulas, etc.
- Las conexiones de los equipos a redes de tuberías se harán siempre de forma que la tubería no transmita ningún esfuerzo mecánico al equipo, debido al propio peso, ni el equipo a la tubería, debido a vibraciones.

1.6.3.3.2. Principales materiales

Los principales materiales son el acero, el cobre y los materiales plásticos.

COBRE: es el más aconsejado.

ACERO GALVANIZADO: no en circuitos primarios por el deterioro que sufre el zinc a temperaturas superiores a 65°C.

TUBERÍAS DE PLÁSTICO: uso cada vez más generalizado, son caros.

1.6.3.4.BOMBAS DE CIRCULACIÓN

La mayoría de las instalaciones incluyen bombas para el movimiento de los fluidos.

Éstos son aparatos accionados por un motor eléctrico capaces de suministrar al fluido una cantidad de energía con el fin de transportarlo por un circuito abierto o cerrado, venciendo las pérdidas de presión que motivan las tuberías, así como las pérdidas de carga localizadas que al paso del agua oponen las válvulas, filtros, accesorios, etc.

Las bombas se instalarán, siempre que sea posible, en las partes frías de los circuitos, para evitar deterioros excesivos. Por ejemplo, en el circuito primario debe colocarse tras el cambiador y antes del dispositivo captador.

1.6.3.4.1. Factores

Para determinar cual es la bomba más adecuada en cada caso, es preciso tener en cuenta varios factores:

- La bomba debe ser capaz de vencer la pérdida de carga que se produce en la instalación. La mayoría de los fabricantes dan, junto con la curva de rendimiento instantáneo, una de pérdida de carga del colector. Un sencillo cálculo, nos indicará si la suma de circulación, de los colectores, tuberías, codos, e intercambiador si lo llevara, es inferior a la pérdida de carga que la bomba elegida es capaz de vencer. La unidad en que se mide la pérdida de carga es de metros de columna de agua (m.c.a.) equivalente a la resistencia hidráulica que se puede vencer.
- La bomba debe ser resistente a la corrosión, especialmente si trabaja en sistema directo, es decir si hace circular agua de la red, que contiene aire y sales minerales, en cuyo caso debe ser de un tipo especial, de las llamadas de “retorno” que están diseñadas para hacer circular el agua caliente sanitaria. Además debe resistir temperaturas del orden de los 100°C.
- Si la velocidad de circulación es lenta, el calor de la placa no se evacuará al ritmo necesario por lo que la temperatura del absorbedor aumentará, provocando un mayor nivel de pérdida, y por consiguiente, una bajada de rendimiento. Aunque aún se sigue trabajando sobre el tema, parece ser que el caudal mínimo necesario es de 50 litros por cada metro cuadrado de colector a la hora. Para caudales menores, se observan pérdidas de rendimiento.
- Esos 50 litros/m²·h están calculados para el caso de que el fluido caloportador sea agua, que como sabemos tiene una alta capacidad calorífica (1 cal/g·°C). Si el fluido caloportador no es agua, sino una solución anticongelante, por ejemplo que tiene un calor específico menor, el caudal, habrá de ser mayor.

1.6.3.4.2. Conjuntos de electrobombas

Los conjuntos electrobomba utilizados normalmente en las instalaciones de agua caliente sanitaria pueden ser de dos tipos:

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

- conjunto electrobomba para montaje directo en tubería (de rotor húmedo) o en línea (“in line”, de rotor seco).
- conjunto electrobomba para montaje sobre bancada

1.6.3.4.3. Características

Existe una relación entre la altura manométrica, rendimiento del electrocirculador y potencia. A las representaciones de estas características se las conoce con el nombre de “curvas” del electrocirculador

La máxima energía que puede proporcionar un electrocirculador viene limitada por su potencia eléctrica, pero dicha potencia eléctrica puede emplearse en producir caudal «C» o en vencer pérdida de carga « Δp ».

- El rendimiento máximo se obtiene cuando el electrocirculador proporciona un caudal entre la mitad y las tres cuartas partes de sus posibilidades.
- Cuanto mayor es el caudal, mayor será la pérdida de carga del electrocirculador, aumentando la potencia absorbida.

La instalación tiene una curva característica de caudal-pérdida de carga que crece exponencialmente. Cuando hacemos funcionar un electrocirculador el caudal real corresponderá al punto de corte de la curva de la instalación con la curva del electrocirculador.

Cuando se montan dos electrocirculadores en serie se produce un pequeño aumento relativo del caudal y un fuerte aumento de la altura manométrica.

Por el contrario, al colocarlos en paralelo, aumenta mucho el caudal y muy poco la altura manométrica.

1.6.3.4.4. Resumiendo

Se aconseja:

- Caudal en el circuito primario de unos 75 l/h.m².
- Caudal en el circuito secundario > 20% del primario.
- Una vez hallado el caudal se calculan las pérdidas de carga.
- Después se calcula la potencia a partir del caudal y las pérdidas de carga.

1.6.3.5. VASO DE EXPANSIÓN

La variación de temperaturas a que se ve sometida el agua en los circuitos motiva diferencias del volumen del agua en los mismos, dilatándose cuando se calienta y contrayéndose cuando se enfría.

Estas variaciones del volumen del agua se absorben mediante los depósitos de expansión, evitando que se formen sobrepresiones en los circuitos. Los depósitos de expansión en general de dos tipos: Abiertos y cerrados.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Los abiertos se comunican directamente con la atmósfera y se ubican en las partes más altas de la instalación.

Los cerrados llevan una membrana y un colchón de aire o de nitrógeno, que permite una compresión y, por tanto, una absorción de las dilataciones del fluido del circuito.

1.6.3.6.VALVULERÍA

Son elementos auxiliares que permiten independizar los circuitos, desmontar los equipos, regular los caudales, asegurar las presiones de seguridad, llenar y vaciar la instalación.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura).

Tipos de válvulas:

- **INTERRUPCIÓN O AISLAMIENTO**
 - De esfera o bola
 - De compuerta
 - De mariposa
- **REGULACIÓN**
 - De asiento
- **RETENCIÓN O ANTIRRETORNO**
 - De disco o clapeta
- **VACIADO**
 - De esfera o macho
- **SEGURIDAD**
 - De resorte
- **LLENADO**
 - De esfera
- **PURGA DE AIRE**
 - De esfera o macho

1.6.3.7.PURGADOR DE AIRE

Debe prestarse atención a la formación de bolsas de aire en el circuito que impiden la circulación del fluido caloportador y además provocan corrosiones.

Los purgadores deben garantizar la expulsión del aire acumulado en determinados puntos de la instalación mediante un mecanismo de flotador y válvula.

Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.

1.6.4. AISLAMIENTOS

Las tuberías, depósitos y accesorios hidráulicos de una instalación solar térmica durante el funcionamiento mantienen temperaturas superiores al ambiente, perdiendo calor por conducción a través de las uniones del sistema a tierra y por convección y radiación al ambiente.

Las pérdidas por radiación son, en general, pequeñas y las de convección las más importantes. Las pérdidas de calor son causa importante de reducción del rendimiento y obligan a aislar la instalación con el fin de minimizarlas.

Para los sistemas pequeños son aconsejables, técnica y económicamente los depósitos aislados en fábrica con espuma de poliuretano y protección final metálica o de material plástico.

1.6.4.1. Factores que condicionan la elección del aislamiento

Éstos pueden ser:

- Bajo coeficiente de conductividad
- Precio bajo
- Colocación relativamente sencilla
- Gama de temperaturas adecuada
- Ser ignífugo
- No ser corrosivo para las superficies con las que estará en contacto
- Ser estable y no enmohecerse
- Resistencia mecánica buena
- Peso reducido

1.6.5. ESTRUCTURA SOPORTE

Las estructuras metálicas deben estar protegidas superficialmente para garantizar su durabilidad frente a las agentes exteriores. Es recomendable la utilización de estructuras prefabricadas que demuestran un diseño normalizado y galvanizadas en caliente que soportan bien las condiciones ambientales. Hay que cuidar los procesos de montaje para que no se empleen soldaduras que eliminen la protección del galvanizado.

En el caso de utilizar estructuras metálicas realizadas en obra, prever varias manos de protección y cuidar el diseño para hacer posible su posterior mantenimiento (pintura). Se utilizarán con precaución los perfiles metálicos huecos en los que es difícil vigilar los procesos de corrosión interna.

En los casos de cubiertas solares integradas, donde el propio sistema actúa como cubierta del edificio, todos los elementos de sellado y efecto teja deben quedar montados y protegidos de manera que se garantice su colocación e integridad en el tiempo.

La ubicación de los depósitos no implica, en general, problemas aunque deben verificarse aquellas situaciones de apoyo, sujeción o cuelgue del acumulador que impliquen a elementos no estructurales de la edificación

Hay que determinar la fuerza del viento que puede actuar sobre cada colector.

1.6.6. SUBCONJUNTO DE REGULACIÓN Y CONTROL

El sistema de control se dividirá en tres circuitos:

- Circuito primario
- ACS
- Calefacción

1.6.6.1.Circuito primario

Al ser una instalación con circulación forzada se utiliza el control diferencial de temperaturas para activar la bomba en función de las temperaturas de salida de colectores y del acumulador.

En ningún caso las bombas estarán en marcha con diferencias de temperaturas menores de 2°C ni paradas con diferencias superiores a 7°C.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas. El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, entre -10 y 50°C.

En el diseño de la instalación debe cuidarse la ubicación de sondas de forma que se detecten exactamente las temperaturas que se desean, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

1.6.6.2.ACS

La regulación del ACS garantizará que el agua caliente de la vivienda esté a 45°.

Para ello, al igual que el anterior caso, se utilizará sondas de temperatura a la salida del colector, de la caldera, y de la válvula de consumo.

1.6.6.3.Calefacción

Al ser la instalación de ACS, la caldera sólo podrá aprovechar los excedentes energéticos.

El sistema de control de éste circuito servirá para evitar el excesivo uso de la caldera, por lo que tendrá una sonda de temperatura a la salida de la misma.

1.7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

1.7.1. CAPTADORES

Los captadores están desarrollados para aplicaciones de aprovechamiento a baja temperatura (inferior a 100° C).

Su funcionamiento está basado en el efecto "invernadero" y en el de superficies absorbentes, y están diseñados para soportar las más duras condiciones climáticas. Para su construcción se emplean los materiales más avanzados con el fin de obtener una larga vida útil y el máximo rendimiento energético.

En éste proyecto se escogió el captador T130-S

1.7.1.1.Descripción de las partes del colector:

- **Placa absorbente:** formada por una parrilla de tubos de cobre de 15 mm. de diámetro y 0,75 mm. de espesor (10 tubos en el captador T130-S), con aletas de cobre de 0,2 mm. de espesor y 135 mm. de anchura y unidos a dos tubos colectores de 28 mm. de diámetro y 1 mm. de espesor. La unión entre tubos está realizada por soldadura fuerte por capilaridad con aportación de material de alto punto de fusión. La unión de las aletas y los tubos está realizada mediante soldadura por ultrasonidos de última generación y excelente transmisión de calor.

El tratamiento superficial que se aplica en el modelo T130-S es del tipo selectivo Black Cristal con coeficientes de absorción de 0.95 y emisividad de 0.06.

- **Cubierta transparente:** vidrio templado extraclaro de 4 mm. de espesor y transmisividad superior al 90%. Está fijado a la carcasa mediante cordón de silicona especial para intemperie.

- **Carcasa:** formada por 4 barras de perfil de aluminio anodizado que unidas entre sí en las esquinas por un ángulo, también de aluminio anodizado, conforman el lateral del captador. Esta estructura lateral se cierra en el fondo con una chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor o de acero galvanizado de 0,6 mm. uniéndose a la estructura lateral mediante tornillos de acero inoxidable.

- **Aislamiento:** toda la carcasa se recubre de un aislamiento de fibra de vidrio semirígida con un film de aluminio de 0,3 mm. de espesor. Este aislamiento tiene un espesor de 15 mm. En los laterales y 35 mm. en el fondo.

- **Soporte placa absorbente:** la placa absorbente está soportada, dentro de la caja que conforman la carcasa y la cubierta transparente, por cuatro piezas de caucho E.P.D.M., una en cada extremo de cada uno de los dos tubos colectores.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.7.1.2.Características técnicas

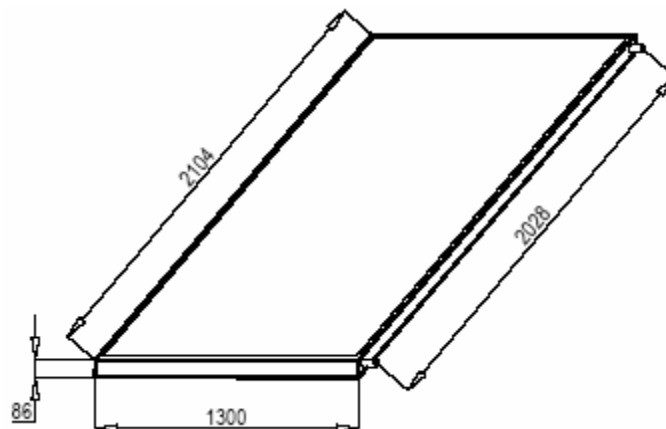
El captador solar tiene las siguientes características y dimensiones:

	T130-S
Largo (mm)	2.104
Ancho (mm)	1.300
Espesor (mm)	86
Superficie bruta (m ²)	2,74
Superficie útil (m ²)	2,60
Peso (kg)	60
Capacidad de fluido (lit.)	5.1
Caudal recomendado (lit/hr*m ²)	50-80
Perdida de carga a Qdiseño (mm.c.a.)	2
Factor de ganancia	0.67
Factor de pérdidas	4.2
Material del absorbedor	Cobre
Tratamiento del absorbedor	Selectivo “Black Cristal”
Espesor chapa de cobre (mm)	0.2
Nº canales	10
Diámetro de canales (mm)	15
Diámetro tubo colector (mm)	28
Laterales de la carcasa	Aluminio anodizado
Fondo de carcasa (mm)	Chapa aluminio 0.8 ó acero galvanizado 0.6
Material cubierta Espesor cubierta (mm)	Vidrio templado
Espesor cubierta(mm)	4
Material aislamiento	Fibra de vidrio
Espesor aislamiento en fondo (mm)	35
Espesor aislamiento laterales (mm)	15

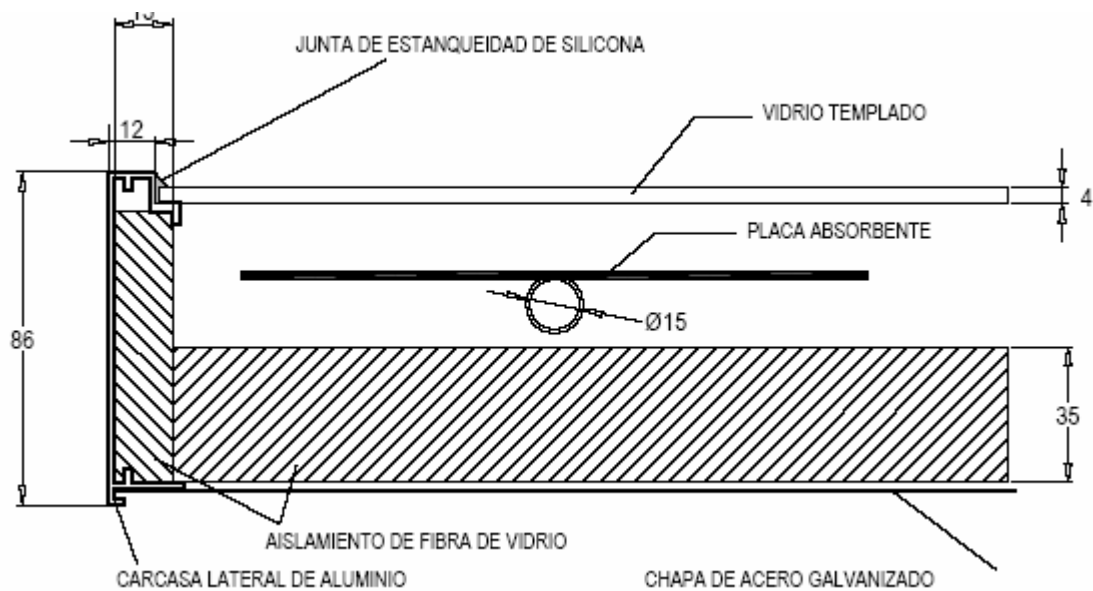
INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.7.1.3.Croquis

Croquis 1: Medidas captador T130-S

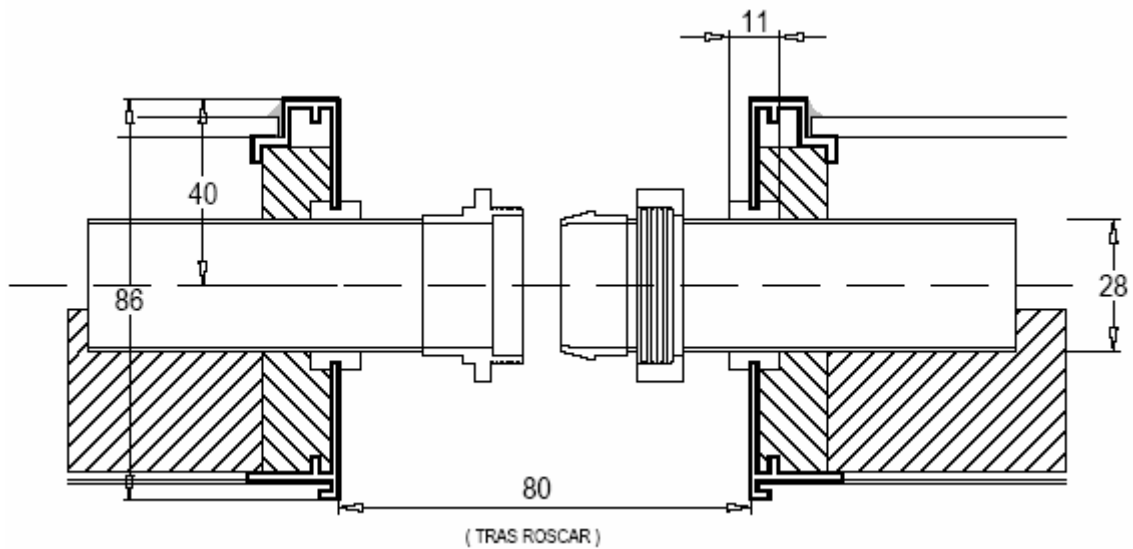


Croquis 2: Corte lateral a mitad del captador

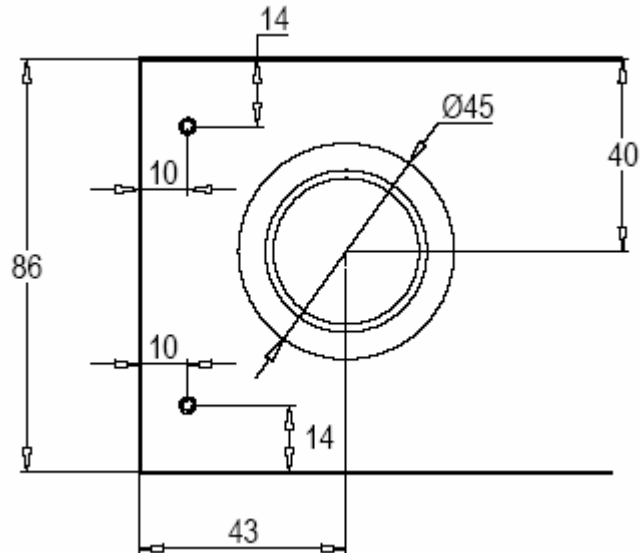


INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Croquis 3: Corte lateral a la altura del tubo colector y unión entre captadores



Croquis 4: Vista lateral de salida del tubo colector y tornillos



1.7.1.4.Legislación

Para la fabricación de los captadores se debe seguir el R.D 891/1980 sobre homologación de los paneles solares y las normas e instrucciones técnicas complementarias para su homologación aprobado en la orden del 28 de julio de 1980.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

También las normas UNE normalizadas de AENOR: UNE-EN 12975-1 y UNE-EN 12975-2 sobre sistemas solares térmicos y componentes de captadores solares. Esta será la legislación usada por el fabricante.

1.7.2. ESTRUCTURAS Y ACCESORIOS

Su función es sujetar los colectores con la inclinación y orientación calculada en el proyecto. Las características de una buena estructura soporte son las de rapidez de montaje, coste bajo y seguridad en el anclaje y sujeción.

El tipo de anclaje dependerá de la ubicación de los colectores según estén en cubierta o terraza, y dependiendo de las fuerzas que actúen sobre él como consecuencia de la presión del viento a la que se ve sometido. Especialmente debemos de tener cuidado a los esfuerzos de tracción que se producen sobre los anclajes y originado por los vientos que vienen del Norte, debido a que nuestro campo de colectores se halla orientado hacia el Sur - Sureste.

Junto con la estructura soporte en sí se debe de haber realizado previamente la construcción de los muretes sobre los que se va a apoyar la estructura metálica. Estos deben de ser de hormigón armado con varillas metálicas, y con una sección mínima de 200 x 200 mm.

También es importante dotar a la estructura de una protección contra la corrosión.

La estructura escogida, es una estructura prefabricada del modelo EQUIPO 200 –CI.

1.7.2.1. Características técnicas

La estructura de apoyo de captadores está formada por perfiles de acero normalizados, cortados, soldados, taladrados y posteriormente galvanizados para resistir los efectos de la intemperie.

La unión entre las distintas barras que componen la estructura se realiza mediante tortillería de acero inoxidable.

La estructura consta de dos triángulos de soporte, dos tirantes diagonales y dos barras de sujeción.

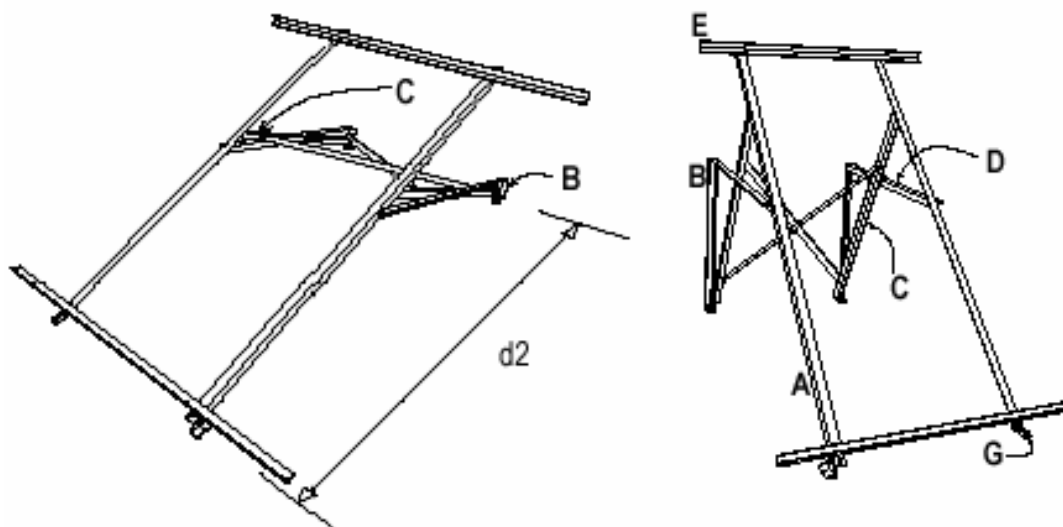
El perfil horizontal del triángulo soporte incluye varios taladros para la fijación de la estructura a los muretes de hormigón o a la base que se haya preparado para su instalación.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.7.2.2.Croquis

Estructuras para el captador T130-S

Las distintas barras que conforman las estructuras, se muestran en los croquis adjuntos:



	Descripción	Tipo de perfil	Nº barras	Longitud (mm.)
A	Frontal inclinado	Angular 40*3	2	2210
B	Vertical trasero	Angular 40*3	2	100
C	Tirante lateral	Angular 40*3	2	1000
D	Horizontal lateral	Angular 40*3	2	1100
E	Horizontal frontal	Angular 40*3	2	1250
F	Tirante trasero	Angular 30*3	2	1150
G	Piè	Angular 40*3	4	90
H	Fijación de paneles	Pletina 20*4	8	125

Tornillería:

Conjunto tornillo-arandela-tuerca	M 10*20	26 unidades
Conjunto tornillo-arandela-tuerca	M 8*30	8 unidades

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.7.2.3.Legislación

Al igual que sucedía con los captadores se debe de seguir la legislación específica y nos deberemos de fijar en el mismo R.D. 891/1980 sobre homologación de paneles solares ya que las estructuras son una parte de la instalación de energía solar además de fijarnos en las normas AENOR (asociación española de normalización y certificación), las normas NTE del ministerio de obras públicas y urbanismos y de otros organismos internacionales como las CEN y las ISO. De estas deberemos utilizar: UNE-EN 12976-1, UNE-EN 12976-2 sobre sistemas solares térmicos prefabricados y UNE-EN 12977-1, UNE-EN 12977-2 sobre sistemas solares térmicos a medida.

1.7.3. DEPÓSITO TERMOACUMULADOR

Están fabricados en chapa de acero vitrificado para evitar problemas de oxidación y corrosión, y garantizar una larga vida del depósito. Como protección catódica se le ha dotado de un ánodo de magnesio que será conveniente verificar periódicamente y, en su caso, sustituir al cabo de los tres años. Se incluye además una válvula antirretorno y de seguridad tarada a 7 bares en la entrada de agua fría de red.

El elemento calefactor de apoyo (resistencia) que se suministra con el depósito se puede utilizar como energía auxiliar.

El depósito utilizado es de la marca Vitocell – V 100. La capacidad es de 400 litros. Tiene un revestimiento aislante de poliuretano (PUR).

1.7.3.1.Características técnicas

Volumen	400 litros
Tª de prueba	110 °C
Tª máxima recomendada	90 °C
Presión máxima en cto.	1º 10 Kg/cm ²
Presión máxima en cto.	2º 10 Kg/cm ²
Superficie de intercambio	1,70 m ²
Volumen primario	15 litros
Protección interior	Tratamiento vitrificado DIN 4753
Aislamiento	40 mm. poliuretano inyectado
Protección exterior	Forro de ABS anti UVA

1.7.3.2.Dimensiones



Volumen de acumulación	Litros	400
Medidas (en total)	Longitud	781
en mm	Anchura	805
	Altura	1191
Peso total	Kg	146

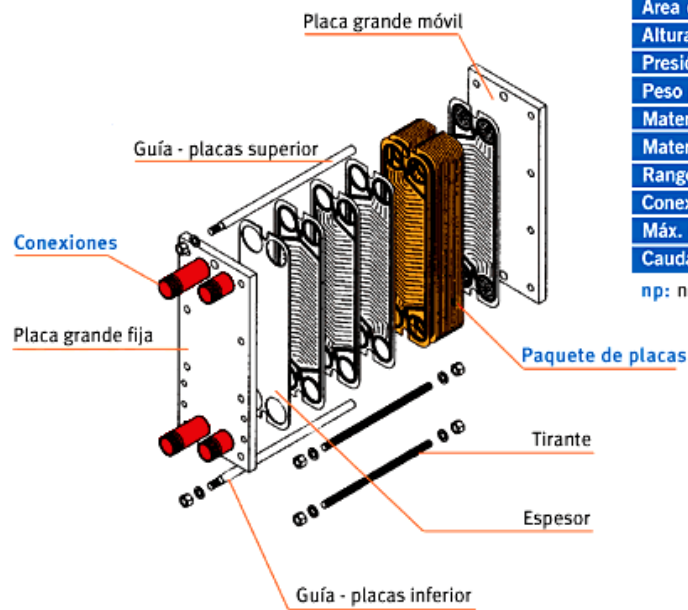
1.7.3.3.Legislación

El fabricante de los depósitos sigue la legislación en la construcción de los mismos ya que está certificado por la norma ISO 9001.

1.7.4. INTERCAMBIADOR DE PLACAS

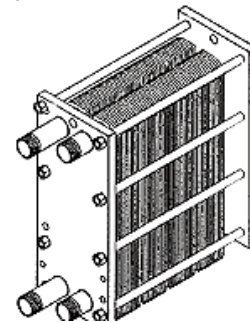
Para el intercambio para el circuito de apoyo a caldera se ha escogido el intercambiador de placas modelo IT021.

1.7.4.1.Croquis y características



Area de intercambio	m2	0.021
Altura x Ancho	mm	305x145
Presión de uso	bar	10
Peso placa (con junta)	kg	0.21
Material placa		AISI 316L
Material junta		EPDM
Rango de potencias	kW	hasta 155 kW (aprox.)
Conexiones hidráulicas	mm	1" 1/4 (DN32) Inoxidable
Máx. número de placas	np	49
Caudal total máx.	m3/h	14

np: número de placas



1.7.4.2.Legislación

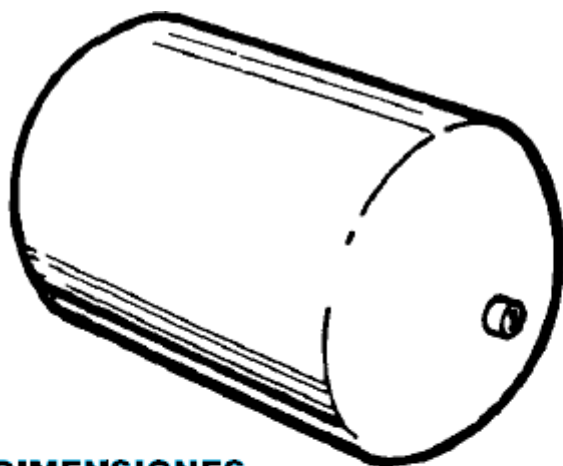
El intercambiador de calor debe haber superado los requisitos de la norma UNE-EN 12976 para sistemas solares térmicos y componentes así como las exigencias del RITE y la norma prEN 1717 de polución del agua para consumo humano.

1.7.5. VASO DE EXPANSIÓN

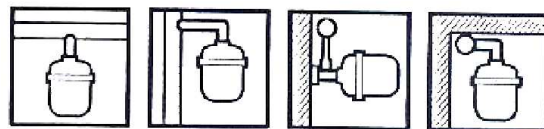
Nos hemos decantado por un depósito de expansión cerrado por sus ventajas: fácil montaje en cualquier lugar de la instalación, no requerimiento de aislamiento, no absorbe oxígeno del aire y no elimina las pérdidas por evaporación del fluido.

El volumen mínimo del depósito de expansión necesario para nuestra instalación es de 2,97 l, por lo que se ha elegido el modelo el modelo AC 04 121, compuesto de tres cuerpos, dos fondos y un cilindro electrosoldados y galvanizados por inmersión.

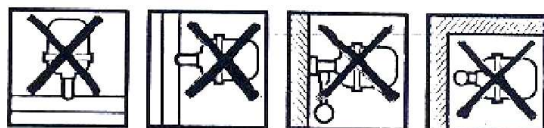
1.7.5.1.Croquis



BIEN



MAL



DIMENSIONES

Capacidad (lts)	Manguitos	Diámetro	Longitud
7	1/2"	250	280



1.7.5.2.Legislación

La legislación en este apartado la aplica el fabricante que vuelve a ser el R.D. 1751/1998 aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus técnicas complementarias que es la que regula todo este tipo de elementos.

1.8. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA.

1.8.1. GENERALIDADES, PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTO.

Para evaluar la rentabilidad de la instalación deberemos analizar varias variables económicas como son el tiempo de retorno del capital, la tasa de rentabilidad interna (T.I.R.) o el valor actual neto (V.A.N.).

Lo primero que hay que cuantificar es el valor de la instalación, en nuestro caso al haber ya un sistema convencional en funcionamiento el cual vamos a apoyar por uno solar, hemos de tomar como inversión diferencial el total del coste de la instalación solar “C”.

A ello hay que añadir el coste que produce el mantenimiento de la instalación “M”, como el mantenimiento de la misma engloba bastantes aspectos tales como la reposición del anticongelante, reparaciones de piezas etc., suele ir sujeto a un contrato de mantenimiento, el cual puede aproximarse al 1 % del valor total de la instalación.

Por último hay que calcular el ahorro energético anual producido al introducir la instalación solar “A”, y que es el responsable de que, con el paso de los años recuperemos la inversión realizada.

A estos valores fijos y conocidos de antemano hay que añadir otros que, si bien con el paso del tiempo fluctúan, deberemos suponerlos constantes para realizar el análisis de rentabilidad. Estos son:

- El incremento del coste del combustible sustituido “c”.
- El incremento del coste del mantenimiento, valorado por el índice de inflación anual “i”.
- El interés bancario. “e”.

Lo habitual en una instalación solar es realizar el primer desembolso para el total de la inversión y, en periodos sucesivos, obtener unos beneficios fruto del aporte solar. Estos beneficios serán el equivalente económico del ahorro energético provocado por la instalación, teniendo en cuenta el coste de la generación de esta misma energía con el sistema de apoyo.

Si a este beneficio anual se sustrae el coste de mantenimiento de la instalación se obtiene el beneficio neto anual, en función del cual se plantea el análisis de rentabilidad de la inversión. Así, teniendo en cuenta una vida útil de la instalación de “n” años, el beneficio actualizado al presente o también denominado V.A.N. nos viene dado por la expresión.

$$B = A \cdot \sum \left[\frac{(1+c)}{(1+e)} \right]^t - M \cdot \sum \left[\frac{(1+i)}{(1+e)} \right]^t - C$$

Donde:

B: es el beneficio neto o V.A.N.

A: es el ahorro de combustible.

M: es el coste de mantenimiento.

C: es el coste de inversión.

c: es el incremento de combustible.

e: es el interés bancario.

i: es la inflación

t: es el tiempo en años

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Evidentemente es valor del V.A.N. de los años iniciales será negativo, lo que significa que aún. No hemos amortizado la inversión. Llegará un instante en que “B” se anula, a ese valor “t” se le denomina tiempo de retorno de la inversión. A partir de ese momento la instalación estará amortizada y en los sucesivos años todo el ahorro producido será el beneficio neto producido por la misma. En este sentido, la instalación más interesante será la que menor periodo de retorno tenga.

La tasa interna de retorno T.I.R. es aquel que hace nulo el V.A.N. Es decir, es un interés bancario que hace rentabilizar la inversión al cabo de “n” años, al mismo beneficio por intereses que la instalación solar por aporte de energía térmica.

La tasa interna de retorno siempre deberá ser superior a la tasa de interés bancario. La instalación será tanto más rentable cuanto mayor sea el T.I.R. En ocasiones se realizan diferentes estudios en paralelo sobre distintas soluciones (diferentes equipamientos o, incluso diferente superficie captadora), siendo la que mayor rentabilidad ofrece la que produce un mayor T.I.R.

En el caso de que el propietario reciba algún tipo de subvención por parte de terceros, el valor de la inversión realizada será el presupuesto menos el montante de la subvención recibida. Este hecho favorece la rentabilidad de las instalaciones aumentando su T.I.R. y reduciendo su periodo de amortización.

1.8.2. CÁLCULOS.

Los valores tomados en nuestro proyecto son los siguientes:

-Ahorro de combustible.

El ahorro energético anual será de:

$$6120\text{Mj} - 1097,72 \text{ kWh}$$

Aunque considerando el rendimiento óptimo dado por el fabricante del 90 % obtendremos un ahorro neto anual de:

$$1097,72 \text{ kWh} \times 0,9 = 987,95 \text{ kWh}$$

Considerando que la instalación convencional consumía para calefacción y A.C.S. unos 2000l de combustible (gasóleo) al año y que de ahí se puede considerar un consumo aproximadamente de 200 l sólo para A.C.S. y sabiendo que el precio del combustible tiene un valor actual medio de 0,65 €/ l podemos deducir que estos 987,95 kWh ahorrados suponen un ahorro de unos 179 l de combustible al año, unos 117 €/ año.

Añadiendo el I.V.A. obtenemos, finalmente, 135 € / año de ahorro económico como resultado de la reducción del consumo de combustible que comporta la instalación sola.

- **Coste de inversión.**

El coste de inversión es de 5508,71 €

- **Coste de mantenimiento.**

Se considerará el coste de mantenimiento anual igual al 1% del total de la inversión, es decir unos 118 € / año.

- **Incremento del precio del combustible.**

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Tomando como referencia los datos de la economía actual española se ha tomado un valor de la tasa anual de un 22 % para el aumento anual en el precio del gasóleo de calefacción.

Aunque hay que tener en cuenta que existe la posibilidad de que se produzcan picos de entre un 30 y un 35% en función del grado de inestabilidad existente en los países con dominio sobre yacimientos de crudo.

- **Inflación.**

La media de los últimos cinco meses del año 2006 sitúa el actual índice real de inflación, según el Banco de España y comunicados del B.C.E (Banco Central Europeo), en un 4,1 %.

A pesar de el intervalo entre un 2 y un 2,4 % que gobierna como media en el resto de Europa, en los últimos años.

- **Interés financiero.**

Suponiendo un interés financiero, entorno al 5 %.

El tiempo o vida útil de la instalación se ha estimado en 20 años.

Con todos estos datos el tiempo de retorno y la rentabilidad de la instalación al cabo de los 20 años, sin tomar en consideración ningún tipo de ayuda o subvención, son los siguientes:

Tiempo de retorno (P.R.) será igual a 15 años.

T.I.R: 5,48 %.

V.A.N. a los 20 años, aproximadamente, de 9410,72€.

Tabla 1-5. Para el cálculo del V.A.N., T.I.R. y del tiempo de retorno.

Año	Ahorro de combustible	Mantenimiento	Coste de instalación	Beneficio
1	135	55	5508,71	-5428,71
2	291,86	109,52	5508,71	-5326,37
3	474,11	163,58	5508,71	-5198,18
4	685,87	217,18	5508,71	-5040,02
5	931,92	270,32	5508,71	-4847,11
6	1217,80	323,00	5508,71	-4613,91
7	1549,96	375,24	5508,71	-4333,99
8	1935,91	427,02	5508,71	-3999,82
9	2384,34	478,36	5508,71	-3602,73
10	2905,38	529,26	5508,71	-3132,59
11	3510,78	579,72	5508,71	-2577,65
12	4214,19	629,75	5508,71	-1924,27
13	5031,49	679,35	5508,71	-1156,57
14	5981,11	728,53	5508,71	-256,13
15	7084,48	777,29	5508,71	798,47
16	8366,49	825,62	5508,71	2032,15
17	9856,06	873,55	5508,71	3473,79
18	11586,81	921,06	5508,71	5157,03
19	13597,77	968,17	5508,71	7120,88
20	15934,31	1014,87	5508,71	9410,72

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Este tipo de instalaciones pueden recibir las subvenciones / ayudas públicas que ofrecen tanto el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.), como las 17 Comunidades Autónomas.

En Galicia la máxima subvención en combinación alcanza hasta los 815 € / m². Considerando una media de 520 € / m², tendremos una subvención de 1899 €.

En estas condiciones los tiempos de retorno, T.I.R y el V.A.N serían los siguientes:

Tiempo de retorno (P.R.) será igual a 12 años.

T.I.R: 5,32 %.

V.A.N. a los 20 años, aproximadamente, de 11347,56 €.

Tabla 1- 6. Para el cálculo del V.A.N., T.I.R. y del tiempo de retorno.

Año	Ahorro de combustible	Mantenimiento	Coste de instalación	Beneficio
1	135	36	3609,71	-3529,71
2	291,86	71,69	3609,71	-3389,54
3	474,11	125,75	3609,71	-3261,35
4	685,87	179,35	3609,71	-3103,19
5	931,92	232,48	3609,71	-2910,27
6	1217,80	285,17	3609,71	-2677,08
7	1549,96	337,40	3609,71	-2397,15
8	1935,91	389,18	3609,71	-2062,98
9	2384,34	440,52	3609,71	-1665,89
10	2905,38	491,42	3609,71	-1195,75
11	3510,78	541,88	3609,71	-640,81
12	4214,19	591,92	3609,71	12,55
13	5031,49	641,52	3609,71	780,25
14	5981,11	690,69	3609,71	1680,70
15	7084,48	739,45	3609,71	2735,31
16	8366,49	787,79	3609,71	3968,98
17	9856,06	835,71	3609,71	5410,63
18	11586,81	883,22	3609,71	7093,87
19	13597,77	930,33	3609,71	9057,72
20	15934,31	977,03	3609,71	11347,56

1.8.3. CONCLUSIONES:

El T.I.R. resultante de la inversión está por encima de la rentabilidad que se podría obtener con un interés financiero, entrono al 5 %, supuesto anteriormente. Por lo que se deduce que la realización de la instalación resulta viable económicamente.

Obtenemos una amortización de la inversión en 12 años, dato aceptable teniendo en cuenta que se trata de una instalación realizada en una casa ya construida y no pensada para instalaciones de este tipo, y considerando además que no se han considerado el total de las posibles subvenciones a las que se puede optar, como medida de precaución por la posibilidad de que sólo sean otorgadas algunas de importe fijo y no otras de importe variable debido a su dependencia del número de personas que soliciten las mismas.

1.9. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL.

1.9.1. INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN GLOBAL ACTUAL.

El continuo aumento del consumo energético en el mundo derivado de un extraordinario crecimiento de la población mundial, junto al crecimiento del consumo “per cápita” de estos recursos obliga a una constante búsqueda de nuevos recursos energéticos que puedan satisfacer dicha demanda, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo o de diversidad. Aunque existen muchas alternativas energéticas, algunas de ellas no han sido aún suficientemente utilizadas, bien por limitaciones técnicas o económicas, habiendo otras que apenas se han desarrollado o lo han hecho sólo parcialmente. De hecho la mayor parte de la energía se obtiene a partir de los llamados combustibles fósiles, compuestos principalmente por el petróleo y sus derivados (gasolinas, gasoil, keroseno, fueloil, etc.), el gas natural y el carbón. El consumo masivo de dichos combustibles fósiles, la mayoría de ellos hidrocarburos está produciendo alteraciones medioambientales a nivel mundial, como resultado de las emisiones que producen. Así, son los causantes de la denominada lluvia ácida, que deriva en grandes daños al suelo, y en consecuencia a la flora y fauna. Y en las grandes ciudades también se producen efectos indeseables, nocivos y molestos, debidos a la combinación de las emisiones de gases de combustión con algunos otros fenómenos naturales, tales como el smog o concentraciones excesivamente elevadas de componentes indeseables en la atmósfera.

El “freno” más característico que está teniendo el hombre para la realización de un mayor desarrollo de energías no contaminantes y respetuosas con el medio ambiente es la gran dependencia de la energía que tiene, ya que en nuestros orígenes el crecimiento industrial se realizó independientemente de sus consecuencias.

1.9.2. CONCIENCIACIÓN.

Hoy en día existe una creciente concienciación, y gracias a la existencia de nuevas normativas y acuerdos, la situación de obtención energética intenta cambiar, casi obligados por los precios desorbitados que empiezan a tener los combustibles fósiles, debido a nuestro cada vez mayor consumo y a su cada vez mayor escasez. Incluso a pequeña escala, se buscan nuevas leyes y subvenciones para que las familias vayan cambiando sus sistemas de climatización y entre todos colaboraremos en este cambio.

Nuestro proyecto, intenta ayudar al ecosistema, basándose también en la rentabilidad de una inversión, ya que no sólo se puede llevar a cabo, en la mayoría de los casos, por la concienciación de las personas única y exclusivamente: este interés debe ser promovido a la vez por el motor que realmente mueve el mundo: el dinero, y aquí concretamente en el ahorro económico que ésta inversión les pudiera facilitar en un periodo (como mucho) medio plazo.

1.9.3. REDUCCIÓN DE EMISIONES.

Una de las bazas fundamentales en la que se apoya la energía solar térmica, es que es limpia en su generación de energía y por ella respetuosa con el medio ambiente. Cada metro cuadrado de colector solar evita la emisión a la atmósfera de gases invernadero y contaminantes como CO_2 , NO_x , y SO_2 . De esta manera, la aplicación de esta energía contribuye al cumplimiento de las compromisos de Kyoto.

Incluso entre todos a nivel de vecindad este hecho puede repercutir en la globalidad del compromiso.

Según el protocolo de Kyoto, España tiene limitado el crecimiento de las emisiones de los seis gases contemplados (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC y SF_6) en un 15 % en el periodo de

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

compromiso 2008-2012, respecto de las emisiones de 1990. Por otro lado, el hecho de consumir una energía primaria autóctona, reduce la dependencia nacional de otras fuentes de energía importadas y más contaminantes (las derivadas de los combustibles fósiles).

Por ello nos planteamos como uno de los objetivos el estudio del impacto medioambiental que esta instalación producirá. Ello se traducirá en una reducción de gases contaminantes emitidos a la atmósfera, además de los beneficios económicos, ya que no debemos olvidar que el ahorro energético producido con la utilización de la energía solar contribuye a una reducción de la factura de consumo de combustible.

Una vez instalada la instalación solar, el ahorro de energía generado lo hemos considerado que estará en torno a:

6120Mj – que equivalen a unos 200 l de gasóleo de calefacción consumidos por año.

Si sabemos que:

	Factor de emisión				
Contaminante	CH ₄	CO	CO ₂	NO _x	SO ₂
Gasóleo C	8,5 g / GJ	72 g / GJ	74000 g / GJ	50 g / GJ	140 g / GJ

Gráfico 1-6: Factor de emisión de contaminantes.

Tomando como g / GJ los gramos de contaminante generados por cada gigajulio de combustible consumido, tendremos por lo tanto que dejamos de emitir a la atmósfera:

$$8,5 \text{ gCH}_4 / \text{GJ} \cdot 6,12 \text{ GJ} / \text{año} = 52,02 \text{ gCH}_4 / \text{año}$$

$$72 \text{ gCO} / \text{GJ} \cdot 6,12 \text{ GJ} / \text{año} = 440,64 \text{ gCO} / \text{año}$$

$$74000 \text{ gCO}_2 / \text{GJ} \cdot 6,12 \text{ GJ} / \text{año} = 452880 \text{ gCO}_2 / \text{año}$$

$$50 \text{ gNO}_x / \text{GJ} \cdot 6,12 \text{ GJ} / \text{año} = 306 \text{ gNO}_x / \text{año}$$

$$140 \text{ gSO}_x / \text{GJ} \cdot 6,12 \text{ GJ} / \text{año} = 856,8 \text{ gSO}_x / \text{año}$$

La reducción de la contaminación ambiental aún no se incluye como un parámetro de ahorro económico, aunque bien es cierto que mejorando la calidad ambiental y el aire que respiramos, contribuiremos a una mejor salud.

1.10. PLANIFICACIÓN.

1.10.1. GENERALIDADES.

Tenemos definido los objetivos de manera clara y precisa, contamos con los recursos y apoyos necesarios para llevarlos a cabo, etc., pero esto no nos sirve de nada si no contamos con una planificación de la duración de cada una de las fases del proyecto.

Bien es cierto que el desarrollo de este proyecto es de relativa corta duración pero sólo así podremos prever un control relativo sobre los tiempos de ejecución de la instalación; conocer los plazos de duración de cada una de las fases del trabajo nos permitirá aproximar el tiempo máximo de duración. Una planificación inteligente debe hacer uso de su amplitud de conocimientos sobre las distintas variables de las que dependerá el desarrollo y organización de las tareas.

Una herramienta útil y sencilla para elaborar una planificación de actividades es el cronograma o diagrama de Gantt.

1.10.2. DIAGRAMA DE GANTT.

Contenido.

El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica sobre dos ejes; en el vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo.

Características.

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.

Método constructivo.

Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos:

- Dibujar los ejes horizontal y vertical.
- Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.
- En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).

Cálculos.

El diagrama de Gantt es poco adecuado para la realización de cálculos pero es un diagrama representativo, que permite visualizar fácilmente la distribución temporal del proyecto y por la forma en que se construye, muestra directamente los inicios y finales mínimos de cada tarea.

Debido a la magnitud de este proyecto es un sistema suficientemente sencillo, práctico y útil, no precisamos de mucho más como ayuda para realizar la planificación del mismo.

Resumen.

En resumen, para la planificación de actividades relativamente simples, el gráfico de Gantt representa un instrumento de bajo costo y extrema simplicidad en su utilización. Para proyectos complejos, sus limitaciones son bastantes serias, no obstante, como ya hemos comentado anteriormente, éstos no serán problemas de los que nos debamos preocupar para este proyecto.

1.10.3. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos se van a dividir en las siguientes tareas:

- Instalación del subconjunto de captación.
- Instalación del subconjunto de acumulación.
- Instalación del subconjunto de termotransferencia.
- Instalación del subconjunto de regulación.
- Puesta a punto de la instalación.

Justificación del reparto de tareas.

-Primera fase.

Puestos que los sistemas de captación y acumulación están situados en lugares distantes, es posible el comienzo de las tareas al unísono. Así, cuando la última de ellas finalice se procederá a la instalación del resto del sistema hidráulico que une captación y acumulación, y que se engloba como subconjunto de termotransferencia.

-Segunda fase.

Al finalizar la colocación e instalación de la totalidad de sistemas hidráulicos, se comenzará la instalación del último sistema que corresponde al formado por las conexiones eléctricas y elementos de regulación.

-Tercera fase.

Finalmente hay que establecer una última fase en la que se tratará de realizar los últimos retoques a la instalación así como ponerla en correcto funcionamiento.

Justificación general. Desglose de tareas y tiempos aproximados de trabajo.

La justificación a la distribución que veremos a continuación, se debe a que los operarios normalmente llevan las herramientas necesarias para un par de tareas, tres como mucho, si realmente no les llevara mucho tiempo cada una de ellas. Si acabasen antes de tiempo, como no se suelen regir por un horario fijo, ni por horas trabajadas, sino por instalaciones completas realizadas, normalmente dejarán tareas enteras para días enteros. Este hecho dependerá de la magnitud de la tarea o conjunto de tareas a realizar a continuación de las que se desarrollan en ese mismo momento. Previendo este “modus operandi” se considera apropiado el siguiente desglose de tareas, además de bastante cercano a lo que sucederá realmente.

Además teniendo en cuenta que las jornadas laborales normales no son mayores de ocho horas y buscando un aprovechamiento mayor del tiempo y una dedicación absoluta a cada una de las tareas a realizar se considera oportuna el siguiente desglose de tiempos:

Tabla 1-7. Tareas y duración de las mismas.

Tareas	Fecha y hora de comienzo	Duración aprox.(horas)	Finalización aprox. de tareas.
Subconjunto de captación	1-04-10		1-04-10
Estructura soporte	1-04-10 8:00 AM	3	1-04-10 11:00 AM
Colectores	1-04-10 11:00 AM	2	1-04-10 1:00 PM
Accesorios	1-04-10 1:00 PM	1	1-04-10 2:00 PM
Subconjunto de acumulación	1-04-10		1-04-10
Acumulador	1-04-10 8:00 AM	3	1-04-10 11:00 AM

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Accesorios	1-04-10 11:00 AM	1	1-04-10 12:00 PM
Subconjunto de termotransferencia	2-04-10		3-04-10
Tuberías	2-04-10 8:00 AM	8	2-04-10 4:00 PM
Aislamientos	3-04-10 8:00 AM	5	3-04-10 8:00 AM
Electrocirculadores	3-04-10 8:00 AM	2	3-04-10 10:00 AM
Manómetros	3-04-10 10:00 AM	1	3-04-10 11:00 AM
Depósito de expansión	3-04-10 11:00 AM	0,5	3-04-10 11:30 AM
Purgadores	3-04-10 11:30 AM	1	3-04-10 12:30 PM
Termómetros	3-04-10 12:30 PM	1	3-04-10 1:30 PM
Válvulas y accesorios	3-04-10 1:30 PM	2	3-04-10 3:30 PM
Subconjunto de regulación	4-04-10		4-04-10
Conexiones eléctricas	4-04-10 8:00 AM	8	4-04-10 4:00 PM
Puesta en funcionamiento	5-04-10		5-04-10
Conexiones finales	5-04-10 8:00 AM	3	5-04-10 11:00 AM
Total		41,5	

En el siguiente diagrama de Gantt se indica la duración de la instalación de cada uno de los subconjuntos, así como las tareas en las que se divide cada uno de ellos, y la relación inicio-fin entre las mismas, indicando en la tabla que lo precede las actividades que preceden a las inmediatas consecutivas para una mayor definición del orden de actividades:

Tabla 1-8: Tareas con su duración y su predecesora.

Tareas	Actividad precedente	Duración aprox.(horas)
A - Estructura soporte	-	3
B - Colectores	A	2
C – Accesorios	B	1
D – Acumulador	-	3
E – Accesorios	D	1
F – Tuberías	C, E	8
G – Aislamiento	F	5
H – Electrocirculadores	F	2
I – Manómetros	H	1
J – Depósito de expansión	I	0,5
K – Purgadores	J	1
L – Termómetros	G, J	1
M – Válvulas y accesorios	L	2
N – Conexiones eléctricas	M	8
Ñ – Conexiones finales	N	3

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

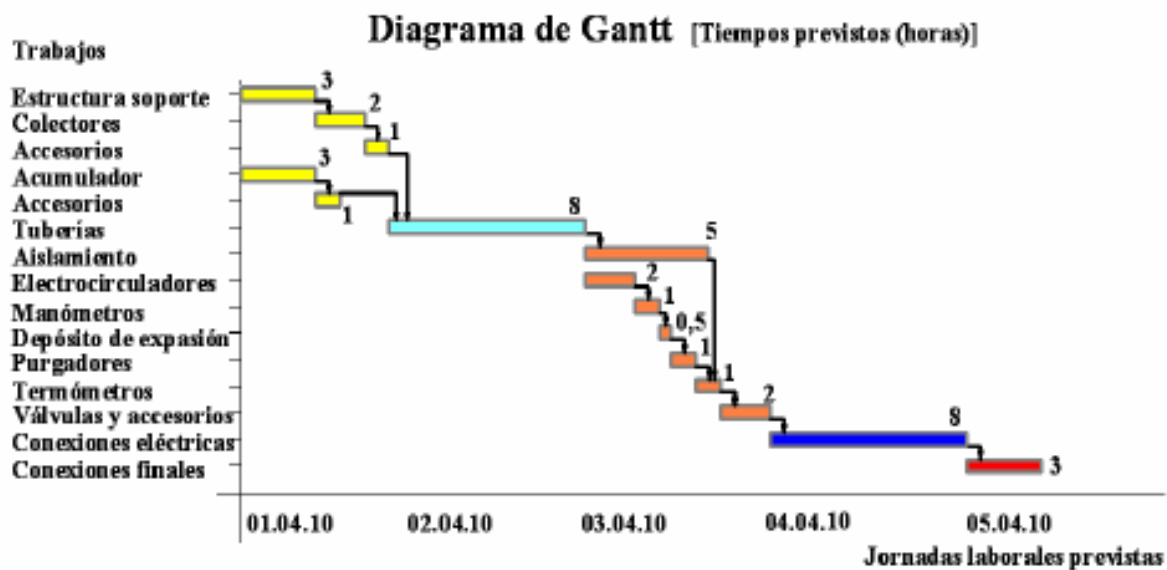


Gráfico 1-7: Diagrama de Gantt de las tareas.

ANEXOS

2.1. ANEXOS DE CÁLCULOS.

2.1.1. DEMANDA ENERGÉTICA.

2.1.1.1. DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S

La demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria viene dada por el volumen de consumo diario y las temperaturas de preparación y de agua fría.

Para calcular la demanda energética tenemos que determinar una serie de parámetros como son la temperatura de diseño, el volumen de agua por persona que se va a tomar como referencia y la temperatura del agua de red.

De modo que la demanda se calculará mensualmente mediante la expresión:

$$Q = m \cdot Ce \cdot (T_{\text{diseño}} - T_{\text{red}})$$

Donde:

m: es la masa de agua consumida

Ce: es el calor específico del agua con anticongelante (aprox. 1Cal/g.°C)

(T_{diseño} – T_{red}) = DT: es la diferencia entre la temperatura de diseño y la temperatura del agua de red.

La temperatura de diseño para A.C.S se toma 60 °C.

La temperatura de red viene tabulada mensualmente para cada provincia.

Para el caso de Lugo es (Anexo 1):

En °C.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3

Para determinar los datos de consumo diario de agua caliente en instalaciones existentes para las que se disponga de datos de consumo medidos en años anteriores, se utilizarán estos datos previa justificación de los mismos, al igual que para instalaciones, nuevas o existentes, en las que se disponga de datos de consumo de instalaciones similares.

En nuestro caso no disponemos de datos, por lo que el agua consumida se calcula a partir del número de personas que viven en la casa por el consumo de cada una de ellas. Para calcular éste último parámetro se han seguido las indicaciones del anexo sobre captación solar térmica de la ordenanza general del medio ambiente del ayuntamiento de Barcelona (Anexo 2).

El proyecto está orientado a una vivienda unifamiliar de 3 personas y el consumo de agua caliente sanitaria se estima en 120 litros/día (40 litros/día por persona). Éstos

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

consumos son los utilizados para tener un equilibrio entre coste de la instalación y ahorro y amortización.

Necesidades energéticas mensuales (MJ)

Expresamos en una tabla los datos de consumo y necesidad energética

Tabla 2-1. Consumo y necesidad energética.

	Días por mes	Personas/día	Consumo mensual (m ³)	Temperatura del agua de la red (°C)	Salto térmico	Necesidad Energética mensual A.C.S. (MJ)
Enero	31	3	3,7	6	39	607
Febrero	28	3	3,4	7	38	534
Marzo	31	3	3,7	9	36	560
Abril	30	3	3,6	11	34	512
Mayo	31	3	3,7	12	33	514
Junio	30	3	3,6	13	32	482
Julio	31	3	3,7	14	31	482
Agosto	31	3	3,7	13	32	498
septiembre	30	3	3,6	12	33	497
Octubre	31	3	3,7	11	34	529
noviembre	30	3	3,6	9	36	542
diciembre	31	3	3,7	6	39	607
			43,8	10,25		6.365

– Consumo punta de A.C.S.

Consumo diario de la vivienda a 60°C = 120 litros

Consumo hora punta:

$$Ch = [(L1 \times R1) + (L2 \times R2)] \times 1.2$$

L1 = consumo bañera en litros (125 l a 45°C)

L2 = consumo ducha en litros (46 l a 45°C)

R1 = número de bañeras

R2 = número de duchas

1.2 = Factor de aumento por pérdidas en tuberías e incrustaciones

$$Ch = [(125 \times 1) + (46 \times 2)] \times 1.2 = 260.4 \text{ litros/h}$$

Potencia necesaria para dimensionar la caldera:

$$Q_{A.C.S.} = \text{producción horaria} \times C_e \times (T_{\text{diseño}} - T_{\text{red}})$$

Cogemos la temperatura del mes más desfavorable (diciembre).

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

$$Q_{A.C.S.} = 260.4 \times 1 \times (45 - 6) = 10155.6 \text{ kcal/h}$$

2.1.1.2.DEMANDA ENERGÉTICA.

Para obtener la potencia térmica para calefacción utilizamos el criterio del 40% del consumo pico de A.C.S.:

$$Q_{cal} = 0.4 \times \text{producción horaria} \times C_e \times (T_{diseño} - T_{red})$$

La necesidad energética mensual sería:

$$E = (P_{necesaria} \times N^{\circ} \text{ horas funcionamiento} \times 4.12) / 1000 = [\text{MJ}]$$

Tabla 2-2. Necesidad energética.

	Días por mes	Uso diario de la caldera (horas)	Horas totales al mes (horas)	Temperatura del agua de la red (°C)	Potencia necesaria para calefacción 40 % pico de A.C.S. (Kcal/h)	Necesidad Energética mensual de calefacción sin pérdidas en la vivienda (MJ)
Enero	31	8	248	6	4062,2	4150,6
Febrero	28	8	224	7	3958,1	3652,8
Marzo	31	8	248	9	3749,8	3831,4
Abril	30	6	180	11	3541,4	2626,3
Mayo	31	4	124	12	3437,3	1756
Junio	30	0	0	13	3333,1	0
Julio	31	0	0	14	3229	0
Agosto	31	0	0	13	3333,1	0
septiembre	30	4	120	12	3437,3	1699,4
Octubre	31	5	155	11	3541,4	2261,5
noviembre	30	8	240	9	3749,8	3707,8
diciembre	31	8	248	6	4062,2	4150,6
			1787	10,25		27836,4

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

2.1.1.3.DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL

La necesidad energética total será la suma de las necesidades energéticas de A.C.S. y calefacción, más un 5 % por pérdidas.

Tabla 2-3. Necesidad energética total.

	Días por mes	Necesidad Energética mensual de A.C.S. (MJ)	Necesidad Energética mensual de calefacción (MJ)	Necesidad energética sin pérdidas de circulación y de caldera (MJ)	Necesidad energética total + 5% (MJ)
Enero	31	607	4150,6	4757,6	4995,5
Febrero	28	534	3652,8	4186,8	4396,1
Marzo	31	560	3831,4	4391,4	4610,9
Abril	30	512	2626,3	3138,3	3295,2
Mayo	31	514	1756	2270	2383,5
Junio	30	482	0	482	506,1
Julio	31	482	0	482	506,1
Agosto	31	498	0	498	523
septiembre	30	497	1699,4	2196,4	2306,2
octubre	31	529	2261,5	2790,5	2930
noviembre	30	542	3707,8	4249,8	4462,3
diciembre	31	607	4150,6	4757,6	4995,5
		6.365	27836,4	34201,4	35911,47

2.1.2. APORTACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO.

2.1.2.1. INCLINACIÓN DEL CAMPO DE COLECTORES.

La orientación del sistema de captación debe ser Sur (para el hemisferio Norte), ya que así se obtendrá la máxima captación solar; debido a que el edificio no está orientado en esa dirección (la orientación es sur-sur-este) el campo de colectores guarda un cierto ángulo con los laterales de la vivienda donde se halla ubicado.

Después hay que calcular la inclinación, para ello hay varios criterios. El más usado, en estas latitudes (43° para Lugo), es el de tomar una inclinación igual a la latitud.

En éste proyecto se realizará el cálculo de captación de energía según los datos obtenidos del libro “Radiación solar sobre superficies inclinadas” del Ministerio de Industria y Energía.

Tomamos los datos de partida necesarios (los de Factor de eficiencia y el de pérdidas del colector se tomaron de un colector de tubo de vacío genérico):

- T^a de uso (°C) = 60
- Latitud de la vivienda (Lugo) = 43
- Consumo diario de ACS = 120 l/día
- Factor de eficiencia del colector (b) = 0.67
- Factor de pérdidas del colector (m) = 4.2

2.1.2.2. CRITERIO DE DIMENSIONADO.

El dimensionado de un sistema solar para suplir el 100% de las necesidades de ACS y de calefacción es excesivamente caro y no es amortizable, por lo que se ha de tomar un criterio de dimensionado para que haya un equilibrio entre el coste y el ahorro energético.

Normalmente, se considera una sustitución máxima de calefacción de un 25%.

$$\text{Necesidades energéticas colector} = \text{A.C.S.} + (\text{calefacción} \times 0.25)$$

En nuestro caso, como no tenemos las pérdidas de la vivienda, tomaremos otro criterio:

$$\text{Necesidades energéticas colector} = \text{A.C.S.} + (\text{calefacción sin pérdidas} \times 0.50)$$

A partir de aquí tomamos como método de dimensionado el criterio 50% y 75%, por lo que se dimensiona la instalación para un ahorro del 50% en los meses más

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

desfavorables y de un 75% para el resto de meses (teniendo en cuenta el 25% máx. para calefacción).

Tabla 2-4. Necesidad energética diaria.

	Días por mes	Necesidad energética total sin pérdidas de vivienda (aprox. A.C.S + 50% pico A.C.S.) (MJ)	Criterio 50% - 75%	Necesidad Energética mensual para el colector (MJ)	Necesidad Energética diaria para el colector (MJ)
Enero	31	4995,5	0,50	2.498	81
Febrero	28	4396,1	0,50	2.198	79
Marzo	31	4610,9	0,50	2.305	74
Abril	30	3295,2	0,75	2.471	82
Mayo	31	2383,5	0,75	1.788	58
Junio	30	506,1	0,75	380	13
Julio	31	506,1	0,75	380	12
Agosto	31	523	0,75	392	13
septiembre	30	2306,2	0,75	1.730	58
Octubre	31	2930	0,50	1.465	47
Noviembre	30	4462,3	0,50	2.231	74
Diciembre	31	4995,5	0,50	2.498	81
		35911,47		20.335	

Aplicamos el criterio seleccionado para determinar las necesidades energéticas que debe proporcionar la instalación solar:

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

2.1.3. APORTACIÓN DE ENERGÍA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO.

Tabla 2-5. Aportación según la inclinación.

Pendiente	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
ENE (día)	5266	5468	5642	5784	5892	5972	6016	6024	6000
FEB (día)	9578	9894	10154	10354	10494	10574	10590	10542	10438
MAR (día)	9818	9918	9966	9966	9912	9806	9650	9444	9196
ABR (día)	14460	14424	14310	14122	13860	13528	13124	12658	12128
MAY (día)	13852	13658	13394	13072	12686	12238	11736	11186	10590
JUN (día)	16332	16018	15630	15164	14628	14020	13348	12612	11870
JUL (día)	16838	16560	16192	15750	15224	14624	13958	13218	12460
AGO (día)	15886	15772	15580	15298	14946	14510	14004	13426	12786
SEP (día)	12780	12874	12902	12862	12746	12566	12316	12004	11628
OCT (día)	11830	12174	12450	12650	12774	12822	12796	12696	12522
NOV (día)	7658	7998	8294	8540	8734	8880	8968	9002	8986
DIC (día)	4196	4342	4472	4574	4650	4704	4730	4732	4708
TOTAL (anual)	4213350	4231104	4226968	4200466	4151476	4080848	3988790	3875962	3746746

Unidades en KJ/m²

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

La aportación del sistema que estamos dimensionamos la calculamos a partir de la tabla 2-5 de radiación media para distintas inclinaciones obtenida del libro “Radiación solar sobre superficies inclinadas” del Ministerio de Industria y Energía.

Se observa que se obtiene una mayor energía con una inclinación de 30°. Pero el sistema solar que dimensionamos además de ACS también aporta un apoyo a la calefacción con el excedente de energía del sistema de captación, por lo que buscamos que la cantidad de energía disponible a lo largo del año sea lo más uniforme y homogénea posible pero sin renunciar a un rendimiento bueno.

La inclinación de 50° ofrece una disponibilidad de energía en los meses más desfavorables buena con una diferencia pequeña respecto a las inclinaciones de mayor pendiente y un rendimiento ligeramente menor que las de menor pendiente. Es decir, se nos adapta mejor a las necesidades del proyecto.

La energía calculada la consideramos sin pérdidas. Se estiman unas pérdidas empíricas aproximadas del 6%, por lo que el nuevo valor de E sería:

$$E = 0.94 \cdot H$$

Ahora calcularemos el rendimiento de los colectores que se aproxima a una recta representada por la siguiente fórmula:

$$\eta = b - m \cdot \frac{T_m - T_a}{I}$$

Donde:

- b es el factor de eficiencia del colector = 0.7
- m es el factor de pérdidas del colector = 2 W/C°·m²
- I es la intensidad incidente
- T_m es la temperatura de la placa absorbadora
- T_a es la temperatura ambiente (Anexo3)

Una vez calculado el rendimiento del colector calculamos la energía útil que aportará el colector multiplicando E por η .

Pero también debemos hacer correcciones a éste valor debidos a la suciedad y el envejecimiento de la cubierta por lo que tomamos un porcentaje de pérdidas:

$$\eta = 100 \cdot 0.94 \cdot b - m \cdot \frac{T_m - T_a}{I}$$

Una vez corregido η debemos tener en cuenta que el acumulador tiene pérdidas de calor. Éstas pérdidas globales las consideramos del 10% ya que está en un recinto

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

cerrado. Con ésta última corrección obtenemos la energía neta disponible por metro cuadrado de colector.

Para calcular el valor de la energía neta disponible al mes por metro cuadrado tenemos que multiplicar la energía neta diaria por el número de días correspondientes a cada mes.

Por último, tenemos que hacer una corrección ya que la vivienda no está orientada hacia el sur, sino dirección sur-sur-este (SSE), por lo que corregimos la energía solar total dividiendo entre 1.1 (Anexo 5).

Por último, para calcular el valor de la energía neta disponible al mes por metro cuadrado tenemos que multiplicar la energía neta diaria por el número de días correspondientes a cada mes.

Tabla 2-6. Energía neta disponible

	Energía incidente diaria para 45° (MJ/m²)	Número de horas de radiación diaria (h)	Potencia térmica diaria (W/m²)	Temperatura ambiente (°C)	100 x m x (tm - ta) / l	Rendimiento (%)	Aportación Solar (MJ/m²)	Energía neta disponible al día (MJ/m²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m²)
enero	7,3	8	254,3	8	61,1	1,9	0,1	0,1	3,8
febrero	9,7	9	299,3	9	50,5	12,5	1,2	1,1	30,5
marzo	11,8	9	362,9	11	39,4	23,6	2,8	2,5	77,5
abril	11,8	9,5	345,4	13	38,9	24,1	2,8	2,6	76,8
mayo	13,0	9,5	379,3	15	33,2	29,8	3,9	3,5	107,7
junio	12,6	9,5	367,6	18	30,8	32,1	4,0	3,6	109,1
julio	14,5	9,5	424,8	20	24,7	38,3	5,6	5,0	155,1
agosto	14,5	9,5	423,1	21	23,8	39,2	5,7	5,1	158,1
septiembre	14,5	9	446,1	19	24,5	38,5	5,6	5,0	150,2
octubre	13,5	9	418,0	15	30,1	32,8	4,4	4,0	124,0
noviembre	9,0	8	313,9	11	45,5	17,5	1,6	1,4	42,7
diciembre	6,9	7,5	256,2	8	60,6	2,3	0,2	0,1	4,5
				14					1.040,0

2.1.4. SUPERFICIE COLECTORA Y DÉFICIT ENERGÉTICO

2.1.4.1. Superficie colectora

Aquí calcularemos la superficie colectora necesaria para cubrir las necesidades energéticas dividiendo el consumo de energía total al año entre la energía disponible anualmente en m^2 .

Tabla 2-7. Características con una inclinación de 50° .

i=50°		
	Superficie colectora (m^2)	3.8
	Superficie útil del colector (m^2)	2.6
	Número de colectores	2

Observamos que para todas las inclinaciones la superficie colectora necesaria está en tres metros con ocho metros cuadrados.

El colector elegido para éste proyecto tiene una superficie de $2.6 m^2$, por lo que en todos los casos el número de colectores necesarios serán dos.

2.1.4.2. Déficit energético

En éste punto calcularemos la energía solar total que será el producto de la superficie de captación por la energía neta disponible al mes por metro cuadrado.

Tenemos que hacer una corrección ya que la vivienda no está orientada hacia el sur, sino hacia el sur-sur-este (SSE), por lo que corregimos la energía solar total dividiendo entre 1.1 (anexo).

Para obtener el déficit energético necesitaremos saber cuál es el porcentaje de sustitución que se calcula dividiendo la energía solar total entre las necesidades energéticas mensuales calculadas en el apartado de demanda energética.

El déficit energético será la diferencia entre la aportación solar y el consumo energético mensual.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Tabla 2-8. Déficit energético

i=50°						
	Energía solar total (MJ/m ²)	Energía solar total corregida (MJ/m ²)	% Sustitución	Déficit energético (MJ)	Excedente energético (MJ)	Déficit energético (Kcal)
enero	19,9	18,1	6,0	-285,4	0	-68214
febrero	158,5	144,1	53,9	-123,0	0	-29399
marzo	403,1	366,4	100,0	0,0	86,23936	0
abril	399,1	362,8	94,5	-21,3	0	-5089
mayo	560,1	509,2	100,0	0,0	124,0	0
junio	567,3	515,7	100,0	0,0	154,2	0
julio	806,5	733,2	100,0	0,0	371,3	0
agosto	821,9	747,2	100,0	0,0	373,7	0
septiembre	781,3	710,3	100,0	0,0	337,5	0
octubre	645,0	586,4	100,0	0,0	321,8	0
noviembre	221,9	201,7	74,4	-69,4	0	-16593
diciembre	23,4	21,3	7,0	-282,2	0	-67449
	5.408,0	4.916,4	100,0	- 781,3	1.768,7	- 186.743,7

Observamos que para una inclinación de 50° y una superficie del colector de 5.2 m² obtenemos un porcentaje de sustitución del 100%, con un déficit energético de - 781,3 MJ y un excedente energético de 1768,7 MJ para el apoyo a la calefacción.

2.1.5. SUBCONJUNTO DE ALMACENAMIENTO

La dimensión de los tanques deberá ser proporcional al consumo, cubriendo la demanda de uno o dos días.

Existe una relación entre la superficie de captación y el tamaño del acumulador, de tal modo que grandes superficies de captación con acumuladores pequeños implicará poco agua pero a una temperatura alta y por tanto menos eficiencia en la captación, mientras que superficies pequeñas de captación con grandes acumuladores implican una gran cantidad de agua pero a una temperatura media con mayor necesidad de apoyo energético exterior.

En general se suele dimensionar con criterios de equilibrio y para los niveles de radiación en España, se utiliza la proporción de 60-100 litros de agua por m² de superficie captadora.

2.1.5.1.Criterio de selección del sistema de almacenamiento

El volumen de acumulación se ha calculado siguiendo el siguiente criterio:

En función de la superficie captadora:

Se suele tomar como valor óptimo en torno a 70 litros por m² de superficie captadora.

Tomando este criterio obtendríamos un volumen de acumulación de:

$$70 \text{ l/m}^2 \cdot 5,20 \text{ m}^2 = 364 \text{ litros.}$$

En función de la temperatura de utilización requerida. Se puede seguir el siguiente gráfico para determinarlo:

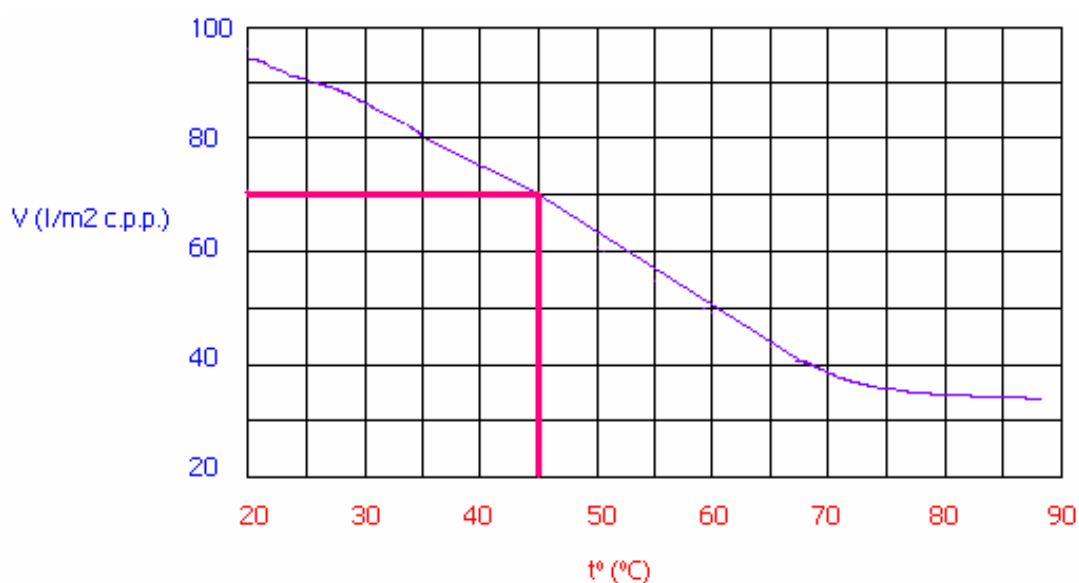


Gráfico 2-1. Caudal en función de la temperatura.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Con el gráfico 2-1 (tpa. consumo 45°C) también se llega a un valor de 364 l.

Como no hay depósitos de 364 litros se ha optado por un deposito de 400 litros, ya que es preferible excederse en el dimensionamiento, ya que la ubicación de la vivienda es en una zona de gran radiación solar y a su vez el sistema solar es también para apoyo a calefacción, por lo que daría un margen más amplio para los consumos.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

2.1.6. SUBCONJUNTO DE TERMOTRANSFERENCIA

2.1.6.1. Intercambiador

En éste proyecto se utilizará un intercambiador-acumulador con serpentín.

Las características más importantes son:

- Potencia térmica: 500 W/m² colector
- Eficacia > 0.7
- Rendimiento $\geq 95\%$
- Superficie útil de intercambio:

La superficie útil de intercambio para el calentamiento del agua del acumulador tiene que estar comprendida entre comprendida entre 1/4 y 1/3 de la superficie útil de los colectores.

En nuestro caso la superficie colectora es de 5,2 m² por lo que el intercambiador deberá tener una superficie comprendida entre 1,3 y 1,73 m².

2.1.6.2. Fluido caloportador

El fluido caloportador deberá soportar sin congelarse una temperatura 5°C inferior a la temperatura mínima histórica de la zona (anexo 6)

Para Lugo será:

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD(°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA(°C)
Lugo	465	43.0	7.6 W	-8

En la tabla observamos que la temperatura mínima de Lugo es de -8°C, por tanto deberemos de calcular la cantidad de anticongelante para -10°C. Los más usados son el propilenglicol (también llamado glicol propilénico) y el etilenglicol.

Ahora a partir de la grafica de concentraciones en % en peso por temperatura determinamos la concentración necesaria de anticongelante para la temperatura calculada.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

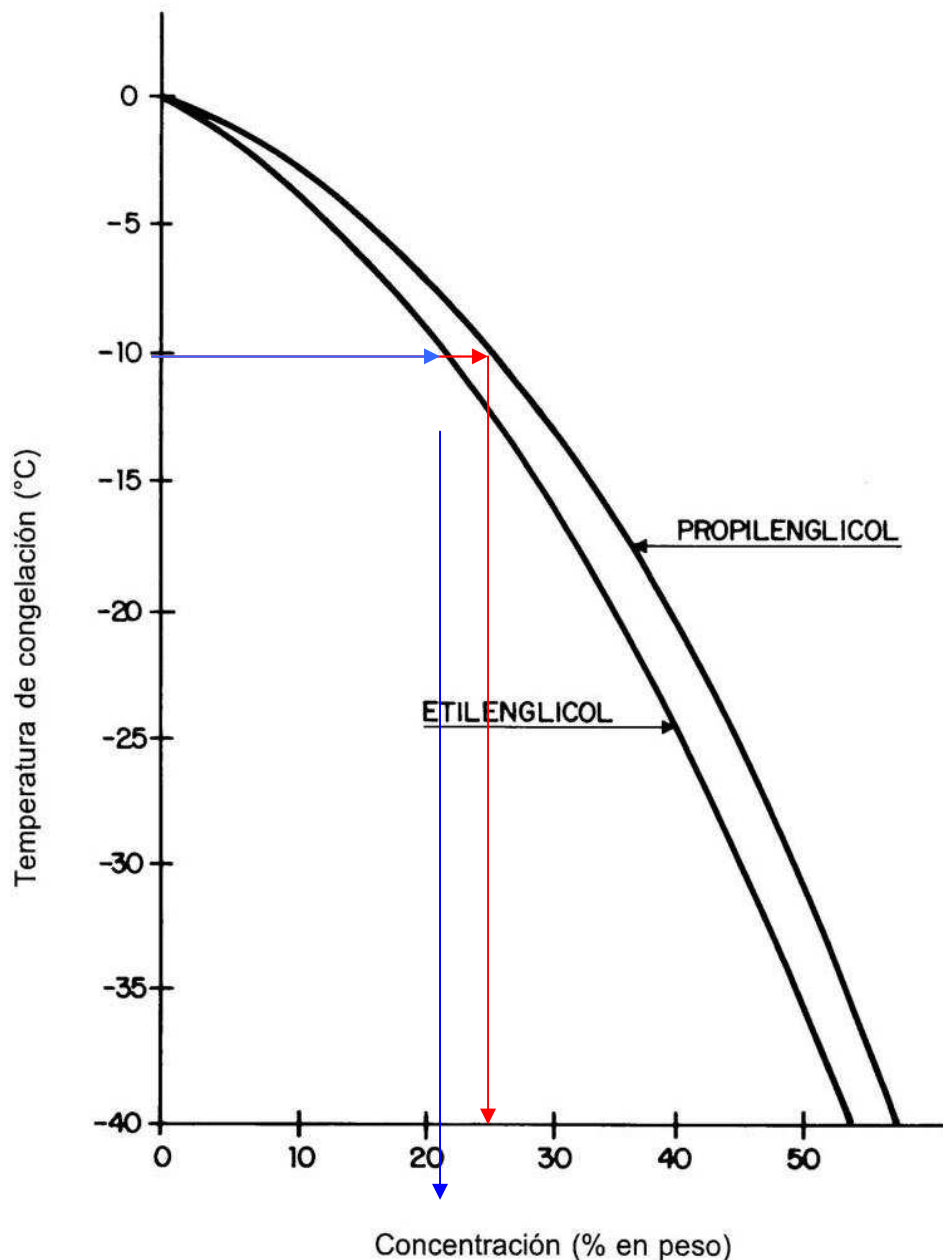


Gráfico 2-2. Concentración de anticongelante en función de la temperatura de congelación.

Si usamos propilenglicol el porcentaje necesario de éste es del **25%**, mientras que si usamos etilenglicol el porcentaje de anticongelante es del **21%**.

La concentración de etilenglicol, a ser inferior que la del propilenglicol, es la que utilizaremos. Por el circuito usaremos una disolución con un 79% de agua y un 21% de etilenglicol, con las siguientes características a 15°C:

- Viscosidad: 2,15 mPa·s
- Densidad de la disolución: 1,031 g/cm³
- Calor específico: 3,83 kJ/(kg·K)
- Conductividad: 0,49 W/(m·K)

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

- Punto de ebullición: 102 °C

De manera que se producirá un intercambio de calor entre el circuito primario y el secundario. El agua del secundario entra en el depósito interacumulador a una temperatura que oscila entre 8 y 16 °C en Diciembre y Julio respectivamente. El agua del interacumulador deberá estar a la temperatura de consumo 45°C.

Así la temperatura media del depósito interacumulador será en el peor de los supuestos en el mes de diciembre, por lo que la tomaremos como temperatura media de cálculo. A su vez esta temperatura la calcularemos como la temperatura media entre el agua de consumo y la temperatura de entrada al depósito interacumulador:

$$T_e = (45 + 8) / 2 = 26,5 \text{ °C}$$

Por lo tanto el fluido caloportador cederá su calor hasta alcanzar esta temperatura de 26,5°C, y esta temperatura será la de entrada en el colector solar plano.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

2.1.7. CONDUCCIONES

Los principios de cálculo para estas instalaciones son los mismos que para las instalaciones convencionales

Las conducciones usadas para éste proyectos serán de cobre.

Para los colectores escogidos, el caudal para el circuito primario recomendado es de 50 a 80 litros por hora por m² de colector.

$$50 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2 < q < 80 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$$

El reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE), dice que el valor del caudal de fluido caloportador por 100 m² superficie de colector será:

$$1.2 \text{ l/s}\cdot 100 \text{ m}^2 < q < 1.6 \text{ l/s}\cdot 100 \text{ m}^2$$

Que por unidad de superficie y hora sería:

$$43.2 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2 < q < 57.6 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$$

Nosotros dimensionaremos las conducciones para 55 l/h·m².

El caudal total del circuito primario en m³ sería:

$$Q = 55 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2 \times \text{Superficie colectora}$$

$$Q = 55 \times 2.6 / 1000 = 0.143 \text{ m}^3/\text{h} = 3.97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$D = j \times C^{0.35}$$

Donde:

D: diámetro de la tubería en cm.

Q: es el caudal en m³/h

J: es 2.2 para tuberías de cobre.

Por lo que el diámetro interior de la tubería sería:

$$D = 2.2 \times 0.143^{0.35} = 1.11 \text{ cm} = 11.1 \text{ mm}$$

El diámetro comercial interior más cercano (en exceso) es de 13 mm con un diámetro exterior de 15 mm (anexo).

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Ahora calcularemos el diámetro del circuito secundario (distribución).

El caudal diario es de 120 l/día.

$$120 \text{ l/día} = 0.005 \text{ m}^3/\text{h}$$

Éste sería si el consumo fuera uniforme a lo largo del día (24 horas). Si consideramos que por la noche el consumo de ACS es nulo, y que la mayor parte del consumo se realiza en torno a las horas de luz (10 horas):

$$120 \text{ l/día} / (1000 \text{ l/m}^3 \times 10 \text{ h por día}) = 0.012 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aplicando la misma fórmula que para el circuito primario obtenemos:

$$D = 2.2 \times 0.012^{0.35} = 0.47 \text{ cm} = 4.7 \text{ mm}$$

El diámetro interior para tubos de cobre del mercado que más se aproxima es de 6 mm, con un diámetro exterior de 8 mm (anexo).

2.1.8. PÉRDIDAS DE CARGA DEL CIRCUITO Y BOMBAS DE CIRCULACIÓN

2.1.8.1. Pérdidas de carga circuito primario

Pérdidas de carga lineales

Son las pérdidas debidas a las tuberías.

El caudal del circuito primario es de $0.143 \text{ m}^3/\text{h}$ (143 l/h) y la longitud de las tuberías es de 42.5.

El diámetro interior de estas conducciones es de 13 mm.

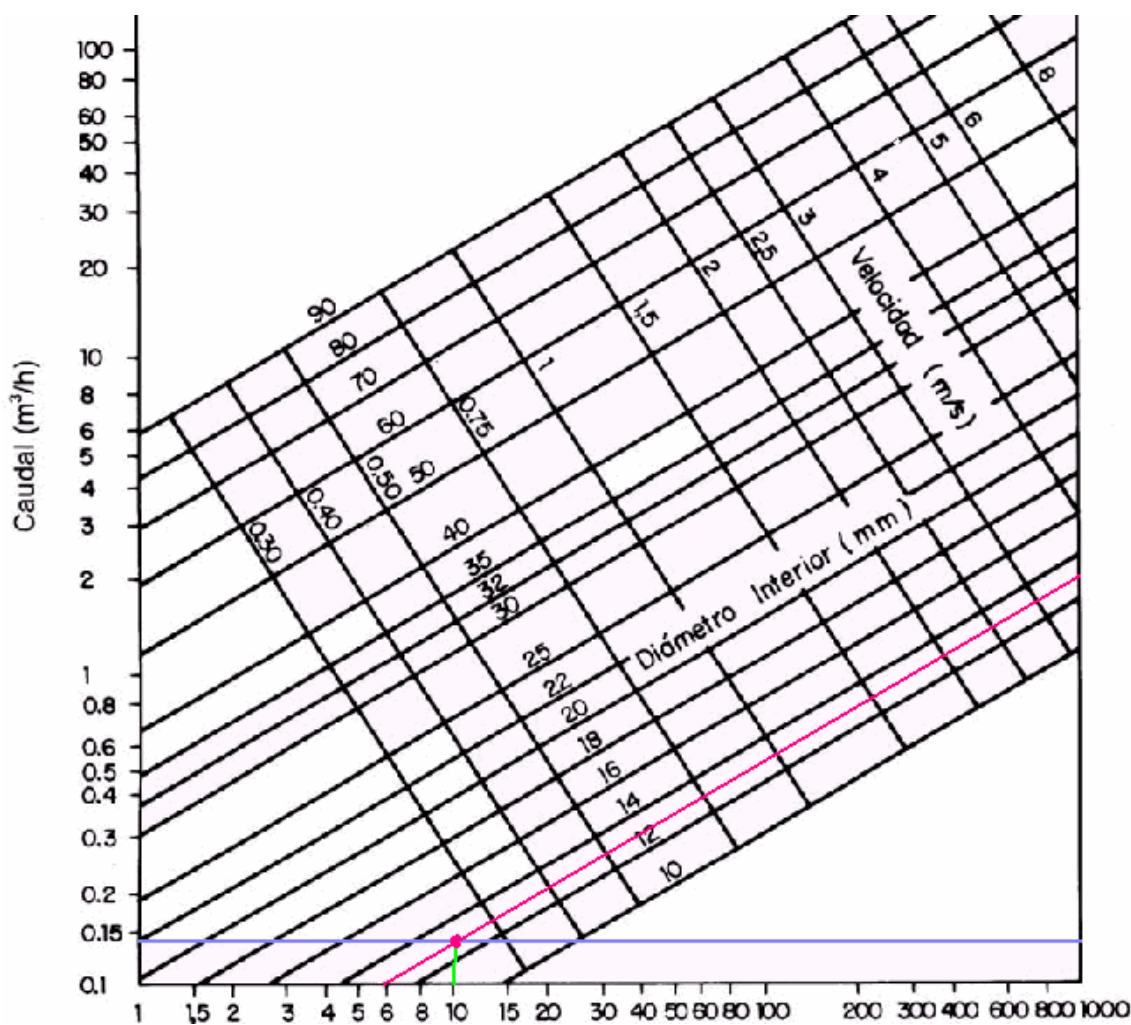


Gráfico 2-3. Pérdidas de carga en tuberías en función del caudal y el diámetro

Observando el gráfico 2-3 determinamos que la pérdida de carga por metro lineal de tubería es de 11 mm.c.a.

Como la longitud total de las tuberías es de 42.5 m , la pérdida de carga lineal total en el circuito primario será de 467.5 mm.c.a.

Pérdidas de cargas puntuales

Éstas son las pérdidas debidas a los accesorios y se obtienen mediante tablas de coeficientes k (están tabulados).

Primero tenemos que determinar los puntos de pérdidas:

- 1 entrada de depósito.
- 1 salida de depósito.
- 18 codos.
- 3 cambios de dirección a 180° (6 cambios de dirección a 90° de radio medio).
- 1 derivación en T.
- 1 válvula de retención.
- 1 válvula de bola.
- 2 uniones del purgador.

Con lo que (anexo 9):

$$\Sigma k = 1 \times 1.6 + 1 \times 1.2 + 18 \times 1.2 + 6 \times 0.4 + 1 \times 0.6 + 1 \times 1.2 + 1 \times 0.5 + 2 \times 0.7$$

$$\Sigma k = 40.6$$

La pérdida de carga valdrá $V^2 / 2 \cdot g$

Donde la V es la velocidad del fluido caloportador:

$$V = Q / \pi \cdot R^2 = (0.143/3600) \cdot m^3/h / \pi \cdot (0.0065)^2 = 0.29 \text{ m/s}$$

Y la pérdida de carga será $0.29^2 / 2 \cdot 9.8 = 0.00457 \text{ m.c.a}$

$$\Delta H' = 40.6 \times 4.57 = 185.5 \text{ mm.c.a.}$$

Pérdidas de carga en el colector

Las pérdidas en el colector se pueden calcular con la siguiente fórmula:

$$\Delta p_{\text{colector}} = \Delta p_l \times \text{sup. Colectora (m}^2\text{)}$$

Donde Δp_l es la pérdida de carga para el caudal de diseño por metro cuadrado.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

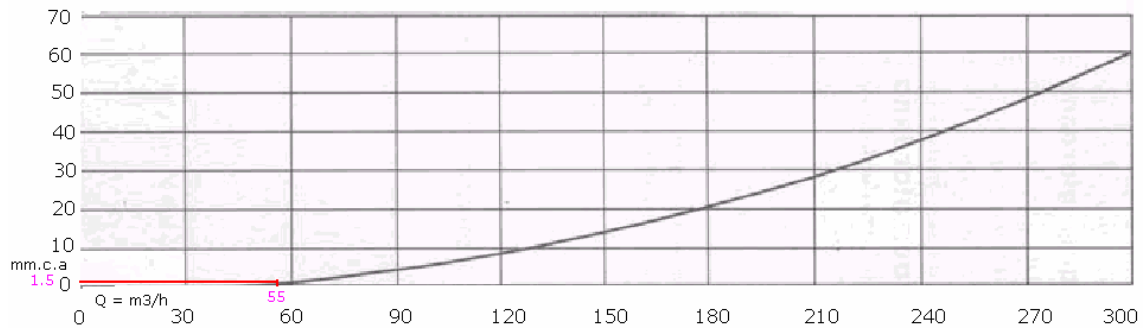


Gráfico 2-4. Pérdida de carga en el colector en función del caudal

En los datos suministrados en el gráfico 2-4 observamos que para un caudal de 55 l/h·m², la pérdida de carga es de 1.5 mm.c.a.

Por lo que:

$$\Delta p_{\text{colector}} = 1.5 \times 2.6 = 3.9 \text{ mm.c.a.},$$

Pérdidas en el intercambiador

La pérdida en el intercambiador la suministra el fabricante.

Para el depósito escogido por nosotros, la pérdida es de 180 mm.c.a.

2.1.8.2. Pérdidas totales

La suma de todas las pérdidas es de:

$$465.5 + 185.5 + 3.9 + 180 = 834.94 \text{ mm.c.a}$$

2.1.8.3. Bomba de circulación

El electrocircular escogido será capaz de suministrar una caída de presión con un margen de un 20% para prevenir futuras pérdidas de rendimiento del mismo.

La bomba de circulación deberá proveer una presión de al menos 1001.93 mm.c.a. (1.0019 m.c.a) para un caudal de 0.143 m³/h.

2.1.9. VASO DE EXPANSIÓN

El volumen del vaso de expansión se calcula con la siguiente expresión:

$$V = V_t \times (0.2 + 0.01 \times h)$$

Donde:

V_t : es el volumen total del circuito primario

h : es la diferencia de altura (m) entre el punto más alto del campo de colectores y el depósito de expansión.

Esta fórmula es para pequeñas instalaciones solares.

2.1.9.1. Volumen total del circuito primario.

El volumen total será:

$$V_t = V_{tub} + V_{col}$$

Donde:

V_{tub} : es el volumen del fluido que circula por los 42.5 m de tuberías

V_{col} : es el volumen del fluido en los colectores

$$V_{tub} = L \times S = 42.5 \times \pi \cdot (0.0065)^2 = 0.0056 \text{ m}^3$$

$$V_{col} = 5.1 \times 1 = 5.1 \text{ litros} = 0.0051 \text{ m}^3$$

Por lo que el volumen total será:

$$V_t = 10.7 \text{ litros de fluido.}$$

2.1.9.2. Vaso de expansión.

La situación del depósito de expansión será en la zona más baja del circuito, que tendrá una diferencia de altura de 7.75 m.

Entonces el volumen del depósito de expansión será:

$$V = 10.7 \times (0.2 + 0.01 \times 7.75) = 2.97 \text{ litros.}$$

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

2.1.10. AISLAMIENTOS.

En las instalaciones que contengan fluidos a temperaturas superiores a 40 °C se dispondrá un aislamiento térmico equivalente a los espesores que se indican en la tabla siguiente para un coeficiente de conductividad (λ) de 0.040 W/m°C.

Tabla 2-9: Conducciones internas.

Diámetro exterior de la tubería sin aislar (mm)	Fluido interior caliente			
	Temperatura del fluido (°C) (se escoge la temperatura máxima)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

Para conducciones externas el espesor del aislante debe ser 10 mm mayor.

Si se va a utilizar otro aislante que tenga una conductividad térmica distinta (anexo), el espesor se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$e = \frac{D_i}{2} \cdot \left[\text{EXP} \cdot \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D_i + 2 \cdot e_{ref}}{D_i} \right) - 1 \right]$$

Donde:

λ y λ_{ref} son las conductividades térmicas ($\lambda_{ref} = 0.04$)

e : es el espesor del aislante

e_{ref} : es el espesor de referencia

D_i : es el diámetro interior de la sección circular

También se puede obtener a partir de los datos suministrados por el fabricante.

Nosotros utilizaremos la tabla superior, por lo que tenemos un aislante de 20mm de espesor para las conducciones interiores y de 30 mm para las exteriores.

2.1.11. ESTRUCTURA SOPORTE

Tenemos que calcular todas las fuerzas que intervienen, que son las del viento y las de la propia estructura.

2.1.11.1. Fuerzas del viento

Las fuerzas del viento se pueden calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$F = p \cdot S \cdot \sin \alpha$$

Donde:

F: es la fuerza del viento que incide perpendicularmente a la superficie vertical $S \cdot \sin \alpha$.

p: es la presión frontal del viento y que es función de la velocidad del mismo.

S: es la superficie del colector.

α : es el ángulo de inclinación del colector con la horizontal

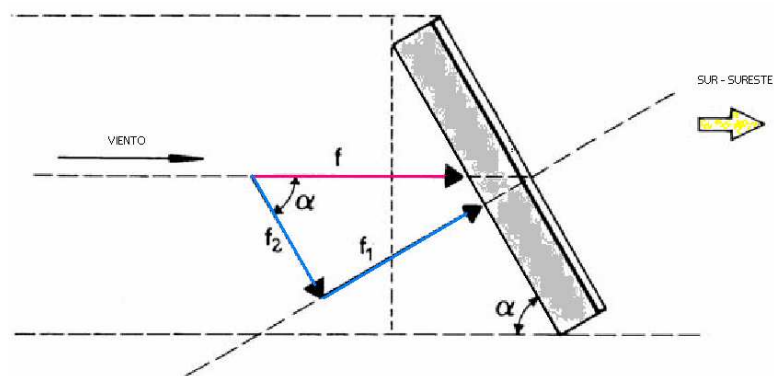


Gráfico 2-5. Fuerzas del viento que actúan sobre el colector.

El colector está situado sobre una superficie inclinada de $83,09^\circ$, por lo que la fuerza incidente sobre la superficie del mismo será menor ya que “ $\sin \alpha$ ” es menor.

Supondremos el peor de los casos, es decir, que esté sobre una superficie horizontal y a su vez supondremos una velocidad máxima del viento de 120 km/h, que equivale a una presión frontal del viento de 700 N/m^2 aproximadamente:

$$F = 700 \times 2.6 \times \sin(40) = 1170 \text{ N}$$

El colector está sustentado por cuatro apoyos, por lo que la fuerza que ejerce el viento en cada apoyo será de 292.5 N.

2.1.11.2. Fuerza de la propia estructura

El mayor esfuerzo se ejercerá cuando el colector esté lleno de fluido.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

El peso del colector lleno lo ofrece el fabricante, y para el colector escogido es de 60 kg, es decir, 588 N.

Entonces el esfuerzo por apoyo será de 147 N.

El peso de la estructura la estimamos en un 50% del peso del colector:: 294 N, y para cada apoyo 73.5 N.

El esquema de fuerzas quedaría de la siguiente manera:

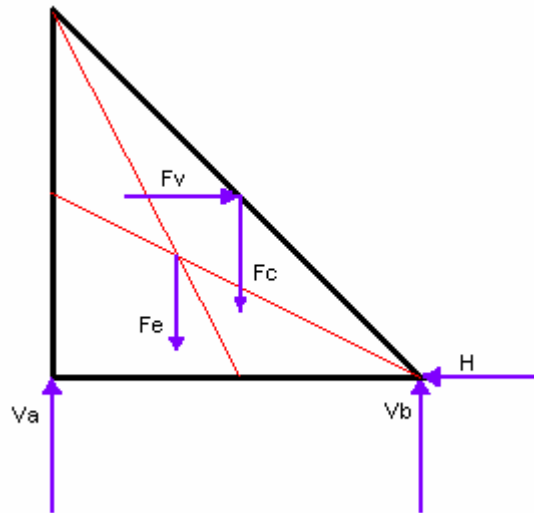


Gráfico 2-6. Fuerzas que debe soportar la estructura soporte.

Fv: es la fuerza del viento

Fc: es el peso del colector

Fe: es el peso de la estructura

Va y Vb son las reacciones verticales en los apoyos

H: es la reacción horizontal en cada uno de los apoyos

Mediante las leyes de Newton se establece:

$$\Sigma F_{\text{horizontales}} = 0$$

$$H = F_v = 292.5 \text{ N}$$

$$\Sigma M_{\text{pto b}} = 0$$

$$V_a \cdot L = F_e \cdot \sin(40) \cdot L + F_c \cdot L/2 - F_v \cdot L/2$$

Simplificamos L:

$$V_a = 73.5 \cdot 0.64 + 147/2 - 292.5/2 = -25.5 \text{ N}$$

$$V_a = V_b = -25.5 \text{ N}$$

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

2.2. ANEXOS DE TABLAS.

Anexo 1: *Temperatura media del agua de la red general, en °C.* (Fuente: CENSOLAR).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Álava	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Albacete	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Alicante	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Almería	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Asturias	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Ávila	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Badajoz	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Baleares	8	9	11	12	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Barcelona	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Burgos	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Cáceres	6	7	9	11	12	16	14	13	12	11	9	6	10.3
Cádiz	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Cantabria	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Castellón	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Ceuta	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11.3
Ciudad Real	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Córdoba	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
La Coruña	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Cuenca	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Gerona	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Granada	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Guadalajara	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Guipúzcoa	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Huelva	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Huesca	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Jaén	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12.3
León	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Lerida	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Lugo	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Madrid	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Málaga	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Melilla	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Murcia	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Navarra	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Orense	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.2
Palencia	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Las Palmas	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Pontevedra	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
La Rioja	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Salamanca	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Sta. C. De Tenerife	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Segovia	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Sevilla	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Soria	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Tarragona	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Teruel	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Toledo	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Valencia	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Valladolid	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Vizcaya	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Zamora	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Zaragoza	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 2: Criterios de consumo ordenanza general del medio ambiente del ayuntamiento de Lugo

<i>Criterios de consumo</i>	<i>Litros/día</i>	
Viviendas unifamiliares	40	Por persona
Viviendas multifamiliares	30	Por persona
Hospitales y clínicas	80	Por cama
Hoteles (4 estrellas)	100	Por cama
Hoteles (3 estrellas)	80	Por cama
Hoteles/Hostales (2 estrellas)	60	Por cama
Campings	60	Por emplazamiento
Hostales/Pensiones (1 estrella)	50	Por cama
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	80	Por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	20	Por servicio
Escuelas	5	Por alumno
Cuarteles	30	Por persona
Fábricas y talleres	20	Por persona
Oficinas	5	Por persona
Gimnasios	30 a 40	Por usuario
Lavanderías	5 a 7	Por kilo de ropa
Restaurantes	8 a 15	Por comida
Cafeterías	2	Por almuerzo

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 3: *Energía solar que incide (MJ) por metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio*

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Álava	4.6	6.9	11.2	13	14.8	16.6	18.1	17.3	14.3	9.5	5.5	4.1	11.3
Albacete	6.7	10.5	15	19.2	21.2	25.1	26.7	23.2	18.8	12.4	8.4	6.4	16.1
Alicante	8.5	12	16.3	18.9	23.1	24.8	25.8	22.5	18.3	13.6	9.8	7.6	16.8
Almería	8.9	12.2	16.4	19.6	23.1	24.6	25.3	22.5	18.5	13.9	10	8	16.9
Asturias	5.3	7.7	10.6	12.2	15	15.2	16.8	14.8	12.4	9.8	5.9	4.6	10.9
Ávila	6	9.1	13.5	17.7	19.4	22.3	26.3	25.3	18.8	11.2	6.9	5.2	15.1
Badajoz	6.5	10	13.6	18.7	21.8	24.6	25.9	23.8	17.9	12.3	8.2	6.2	15.8
Baleares	7.2	10.7	14.4	16.2	21	22.7	24.2	20.6	16.4	12.1	8.5	6.5	15
Barcelona	6.5	9.5	12.9	16.1	18.6	20.3	21.6	18.1	14.6	10.8	7.2	5.8	13.5
Burgos	5.1	7.9	12.4	16	18.7	21.5	23	20.7	16.7	10.1	6.5	4.5	13.6
Cáceres	6.8	10	14.7	19.6	22.1	25.1	28.1	25.4	19.7	12.7	8.9	6.6	16.6
Cádiz	8.1	11.5	15.7	18.5	22.2	23.8	25.9	23	18.1	14.2	10	7.4	16.5
Cantabria	5	7.4	11	13	16.1	17	18.4	15.5	13	9.5	5.8	4.5	11.3
Castellón	8	12.2	15.5	17.4	20.6	21.4	23.9	19.5	16.6	13.1	8.6	7.3	15.3
Ceuta	8.9	13.1	18.6	21	24.3	26.7	26.8	24.3	19.1	14.2	11	8.6	18.1
Ciudad Real	7	10.1	15	18.7	21.4	23.7	25.3	23.2	18.8	12.5	8.7	6.5	15.9
Córdoba	7.2	10.1	15.1	18.5	21.8	25.9	28.5	25.1	19.9	12.6	8.6	6.9	16.7
La Coruña	5.4	8	11.4	12.4	15.4	16.2	17.4	15.3	13.9	10.9	6.4	5.1	11.5
Cuenca	5.9	8.8	12.9	17.4	18.7	22	25.6	22.3	17.5	11.2	7.2	5.5	14.6
Gerona	7.1	10.5	14.2	15.9	18.7	19	22.3	18.5	14.9	11.7	7.8	6.6	13.9
Granada	7.8	10.8	15.2	18.5	21.9	24.8	26.7	23.6	18.8	12.9	9.6	7.1	16.5
Guadalajara	6.5	9.2	14	17.9	19.4	22.7	25	23.2	17.8	11.7	7.8	5.6	15.1
Guipuzcoa	5.5	7.7	11.3	11.7	14.6	16.2	16.1	13.6	12.7	10.3	6.2	5	10.9
Huelva	7.6	11.3	16	19.5	24.1	25.6	28.7	25.6	21.2	14.5	9.2	7.5	17.6
Huesca	6.1	9.6	14.3	18.7	20.3	22.1	23.1	20.9	16.9	11.3	7.2	5.1	14.6
Jaén	6.7	10.1	14.4	18	20.3	24.4	26.7	24.1	19.2	11.9	8.1	6.5	15.9
León	5.8	8.7	13.8	17.2	19.5	22.1	24.2	20.9	17.2	10.4	7	4.8	14.3
Lerida	6	9.9	18	18.8	20.9	22.6	23.8	21.3	16.8	12.1	7.2	4.8	15.2
Lugo	5.1	7.6	11.7	15.2	17.1	19.5	20.2	18.4	15	9.9	6.2	4.5	12.5
Madrid	6.7	10.6	13.6	18.8	20.9	23.5	26	23.1	16.9	11.4	7.5	5.9	15.4
Málaga	8.3	12	15.5	18.5	23.2	24.5	26.5	23.2	19	13.6	9.3	8	16.8
Melilla	9.4	12.6	17.2	20.3	23	24.8	24.8	22.6	18.3	14.2	10.9	8.7	17.2
Murcia	10.1	14.8	16.6	20.4	24.2	5.6	27.7	23.5	18.6	13.9	9.8	8.1	17.8
Navarra	5	7.4	12.3	14.5	17.1	18.9	20.5	18.2	16.2	10.2	6	4.5	12.6
Orense	4.7	7.3	11.3	14	16.2	17.6	18.3	16.6	14.3	9.4	5.6	4.3	11.6
Palencia	5.3	9	13.2	17.5	19.7	21.8	24.1	21.6	17.1	10.9	6.6	4.6	14.3
Las Palmas	11.2	14.2	17.8	19.6	21.7	22.5	24.3	21.9	19.8	15.1	12.3	10.7	17.6
Pontevedra	5.5	8.2	13	15.7	17.5	20.4	22	18.9	15.1	11.3	6.8	5.5	13.3
La Rioja	5.6	8.8	13.7	16.6	19.2	21.4	23.3	20.8	16.2	10.7	6.8	4.8	14
Salamanca	6.1	9.5	13.5	17.1	19.7	22.8	24.6	22.6	17.5	11.3	7.4	5.2	14.8
Sta. C. De Tenerife	10.7	13.3	18.1	21.5	25.7	26.5	29.3	26.6	21.2	16.2	10.8	9.3	19.1
Segovia	5.7	8.8	13.4	18.4	20.4	22.6	25.7	24.9	18.8	11.4	6.8	5.1	15.2
Sevilla	7.3	10.9	14.4	19.2	22.4	24.3	24.9	23	17.9	12.3	8.8	6.9	16
Soria	5.9	8.7	12.8	17.1	19.7	21.8	24.1	22.3	17.5	11.1	7.6	5.6	14.5
Tarragona	7.3	10.7	14.9	17.6	20.2	22.5	23.8	20.5	16.4	12.3	8.8	6.3	15.1
Teruel	6.1	8.8	12.9	16.7	18.4	20.6	21.8	20.7	16.9	11	7.1	5.3	13.9
Toledo	6.2	9.5	14	19.3	21	24.4	27.2	24.5	18.1	11.9	7.6	5.6	15.8
Valencia	7.6	10.6	14.9	18.1	20.6	22.8	23.8	20.7	16.7	12	8.7	6.6	15.3
Valladolid	5.5	8.8	13.9	17.2	19.9	22.6	25.1	23	18.3	11.2	6.9	4.2	14.7
Vizcaya	5	7.1	10.8	12.7	15.5	16.7	17.9	15.7	13.1	9.3	6	4.6	11.2
Zamora	5.4	8.9	13.2	17.3	22.2	21.6	23.5	22	17.2	11.1	6.7	4.6	14.5
Zaragoza	6.3	9.8	15.2	18.3	21.8	24.2	25.1	23.4	18.3	12.1	7.4	5.7	15.6

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 4: *Factor de corrección k para superficies inclinadas (para latitud 38°).*

Latitud = 38°

Inclinac.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.06	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.03	1.05	1.07	1.08	1.08
10	1.13	1.11	1.08	1.05	1.02	1.02	1.03	1.05	1.09	1.14	1.16	1.16
15	1.19	1.15	1.11	1.06	1.03	1.01	1.03	1.07	1.13	1.19	1.23	1.22
20	1.24	1.19	1.13	1.07	1.02	1.01	1.02	1.07	1.15	1.24	1.3	1.29
25	1.28	1.22	1.14	1.07	1.01	0.99	1.01	1.08	1.17	1.28	1.35	1.34
30	1.31	1.24	1.15	1.06	0.99	0.97	0.99	1.07	1.18	1.31	1.4	1.38
35	1.34	1.25	1.15	1.04	0.96	0.94	0.97	1.05	1.19	1.34	1.43	1.42
40	1.36	1.26	1.14	1.02	0.93	0.9	0.93	1.03	1.18	1.35	1.46	1.45
45	1.37	1.26	1.13	0.99	0.89	0.86	0.89	1	1.17	1.36	1.48	1.47
50	1.37	1.25	1.1	0.96	0.85	0.81	0.85	0.97	1.15	1.35	1.49	1.48
55	1.36	1.23	1.07	0.91	0.8	0.75	0.8	0.92	1.12	1.34	1.49	1.48
60	1.35	1.21	1.04	0.86	0.74	0.69	0.74	0.87	1.08	1.32	1.48	1.47
65	1.33	1.18	0.99	0.81	0.68	0.63	0.68	0.82	1.08	1.26	1.46	1.45
70	1.29	1.14	0.94	0.75	0.61	0.56	0.61	0.76	0.98	1.25	1.43	1.42
75	1.25	1.06	0.89	0.69	0.54	0.49	0.54	0.69	0.93	1.02	1.39	1.39
80	1.21	1.04	0.83	0.62	0.47	0.42	0.47	0.62	0.86	1.14	1.34	1.34
85	1.15	0.98	0.96	0.55	0.4	0.34	0.39	0.55	0.79	1.08	1.29	1.29
90	1.09	0.91	0.69	0.47	0.32	0.26	0.31	0.47	0.72	1.01	1.22	1.23

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 5: *Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C*

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Álava	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13.7
Albacete	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15.4
Alicante	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20.1
Almería	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20.5
Asturias	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14.3
Ávila	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12.3
Badajoz	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18.9
Baleares	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18.8
Barcelona	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18.5
Burgos	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12.5
Cáceres	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18.3
Cádiz	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20.3
Cantabria	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15.8
Castellón	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19.2
Ceuta	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19.3
Ciudad Real	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16.3
Córdoba	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
La Coruña	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15.9
Cuenca	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13.6
Gerona	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
Granada	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17.3
Guadalajara	7	8	12	14	18	22	16	16	22	16	10	8	15.8
Guipuzcoa	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15.3
Huelva	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19.9
Huesca	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15.6
Jaén	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
León	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13.3
Lerida	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17.1
Lugo	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
Madrid	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15.6
Málaga	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20.7
Melilla	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20.6
Murcia	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19.3
Navarra	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14.3
Orense	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15.8
Palencia	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13.8
Las Palmas	20	20	21	22	23	24	25	25	26	25	23	21	22.9
Pontevedra	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16.3
La Rioja	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15.3
Salamanca	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
Sta. C. De Tenerife	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22.8
Segovia	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13.5
Sevilla	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19.3
Soria	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12.6
Tarragona	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17.9
Teruel	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13.8
Toledo	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16.9
Valencia	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18.8
Valladolid	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13.3
Vizcaya	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15.4
Zamora	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14.3
Zaragoza	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16.8

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 6: Factor de corrección del colector:

Orientación	Factor
Sur	1
Sur - oeste	1.1
Sur - este	1.1
Oeste	1.2
Este	1.2

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 7: *Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica*

	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
Álava	542	42.9	2.7 W	-18
Albacete	686	39.8	1.8 W	-23
Alicante	7	38.4	0.5 W	-5
Almería	65	36.9	2.4 W	-1
Asturias	232	43.4	5.8 W	-11
Ávila	1126	40.7	4.9 W	-21
Badajoz	186	38.9	7.0 W	-6
Baleares	28	39.6	2.6 E	-4
Barcelona	95	41.4	2.2 E	-7
Burgos	929	42.3	3.7 W	-18
Cáceres	459	39.5	6.4 W	-6
Cádiz	28	36.5	6.3 W	-2
Cantabria	69	43.5	3.8 W	-4
Castellón	27	40.0	0	-8
Ceuta	206	35.9	5.3 W	-1
Ciudad Real	628	39.8	3.9 W	-10
Córdoba	128	37.9	4.8 W	-6
La Coruña	54	43.4	8.4 W	-9
Cuenca	949	40.1	2.1 W	-21
Gerona	95	42.0	2.7 E	-11
Granada	775	37.2	3.7 W	-13
Guadalajara	685	40.6	3.2 W	-14
Guipuzcoa	181	43.3	2.0 W	-12
Huelva	4	37.3	3.9 W	-6
Huesca	488	42.1	0.4 W	-14
Jaén	586	37.8	3.8 W	-8
León	908	42.6	5.6 W	-18
Lerida	323	41.7	1.2 E	-11
Lugo	465	43.0	7.6 W	-8
Madrid	667	40.4	3.7 W	-16
Málaga	40	36.7	4.4 W	-4
Melilla	47	35.3	3.0 W	-1
Murcia	42	38.0	1.1 W	-5
Navarra	449	42.8	1.6 W	-16
Orense	139	42.3	7.8 W	-8
Palencia	734	42.0	4.5 W	-14
Las Palmas	6	28.2	15.4 W	+6
Pontevedra	19	42.4	8.6 W	-4
La Rioja	380	42.5	2.4 W	-12
Salamanca	803	41.0	5.6 W	-16
Sta. C. De Tenerife	37	28.5	16.2 W	+3
Segovia	1002	41.0	4.1 W	-17
Sevilla	30	37.4	6.0 W	-6
Soria	1063	41.8	2.5 W	-16
Tarragona	60	41.1	1.2 E	-7
Teruel	915	40.4	1.1 W	-14
Toledo	540	39.9	4.0 W	-9
Valencia	10	39.5	0.4 W	-8
Valladolid	694	41.7	4.7 W	-16
Vizcaya	32	43.3	3.0 W	-8
Zamora	649	41.5	5.7 W	-14
Zaragoza	200	41.7	0.9 W	-11

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 8: Características de los tubos de cobre comprendidos en la norma UNE 37.141-76

Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)	Peso Lineal (kg/m)	Superficie Pared exterior (cm ² /m)	Sección Interior (mm ²)	Capacidad (l/m)	Resistencia Útil (kp/cm ²)	Resistencia Rotura (kp/cm ²)
6	0.75	4.5	0.110	188	16	0.016	147	733
	1	4	0.140	188	13	0.013	220	1100
8	0.75	6.5	0.152	251	33	0.033	102	510
	1	6	0.196	251	28	0.028	147	733
10	0.75	8.5	0.194	314	57	0.057	78	388
	1	8	0.252	314	50	0.050	110	550
12	0.75	10.5	0.236	377	87	0.087	63	314
	1	10	0.308	377	78	0.078	88	440
15	0.75	13.5	0.299	471	143	0.143	49	244
	1	13	0.391	471	133	0.133	68	338
18	0.75	16.5	0.362	565	214	0.214	40	199
	1	16	0.475	565	201	0.201	55	275
22	1	20	0.587	691	314	0.314	44	220
	1.2	19.6	0.698	691	302	0.302	54	269
	1.5	19	0.860	691	284	0.284	69	347
28	1	26	0.753	880	531	0.531	34	169
	1.2	25.6	0.899	880	515	0.515	41	206
	1.5	25	1.111	880	491	0.491	53	264
35	1	33	0.951	1100	855	0.855	27	133
	1.2	32.6	1.134	1100	835	0.835	32	162
	1.5	32	1.405	1100	804	0.804	41	206
42	1	40	1.146	1319	1257	1.257	22	110
	1.2	39.6	1.369	1319	1232	1.232	27	133
	1.5	39	1.699	1319	1195	1.195	34	169
54	1.2	51.6	1.172	1696	2091	2.091	20	102
	1.5	51	2.202	1696	2043	2.043	26	129
63	1.5	60	2.579	1979	2827	2.827	22	110
	2	59	3.411	1979	2734	2.734	30	149
80	1.5	77	3.292	2513	4657	1.657	17	86
	2	76	4.362	2513	4356	4.536	23	116
100	2	96	5.840	3142	7238	7.238	18	92
	2.5	95	6.815	3142	7088	7.088	23	116

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 9: *Coeficientes K de pérdidas localizadas para algunas piezas o accesorios:*

Denominación del accesorio o singularidad	K
Cambios de dirección a 45°	0.3
Cambio de dirección a 90° de radio medio	0.4
Codos	1.2
Contracciones bruscas	0.6
Derivación en T	1.4
Ensanchamientos bruscos	1
Entradas de depósitos	1.6
Salidas de depósitos	1.2
Uniones lisas	0.05
Uniones diversas	0.7
Válvulas de compuerta:	
Abiertas	0.5
Medio abiertas	5
Tres cuartos cerradas	25
Válvulas de asiento:	
Abiertas	6
Medio abiertas	36
Tres cuartos cerradas	112
Válvulas de mariposa:	
Abiertas	0.5
Medio abiertas	25
Tres cuartos cerradas	250
Válvulas de retención de claveta	12
Válvulas de bola (abierta)	0.5

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Anexo 10: Características de algunos aislantes

Tabla 1. Características de algunos aislantes fibrosos.

	Presentación. Utilización principal	Temperat. límite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso específico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m · K)	
AMIANTO	Borra, placas	500 °C	No (salvo	Muy buen	En aglo-	Muy débil	160 a 200	0 °C	0.04
Fibras cortas	Coquillas	a	aglome-		merantes			50 °C	0.042
Fibras largas		600 °C	rante)		buena			100 °C	0.047
FIBRA DE	Normal	500 °C	No	Total	Débil	Muy débil	4 a 200	0 °C	0.039
VIDRIO Estirado	Refractario	a	Según	Según	Según			50 °C	0.041
de vidrio	Con resina	700 °C	resina	resina	resina			100 °C	0.046
(mecánico, chorro		var. con							
de vapor o de gas)		resina							
FIBRA MINE-	Borra, placas	600 °C	Depende	Total	Débil	Muy débil	30 a 300	0 °C	0.04 a 0.04
RAL	Coquillas, fi-	a	del conte-	Salvo con	Según			50 °C	0.042 a 0.04
Estirado de rocas	bras	700 °C	nido de	resina	resina			100 °C	0.047 a 0.05
naturales o	con aglome-		sulfuro y						
artificiales	rante		de la resi-						
			na						
FIBRA	Borra, placas	80 °C	No	Muy	Media	Muy	200	0 °C	0.04 kcal/
ANIMAL Y	Coquillas			malo		mala			h · m · °C
VEGETAL	Anticonden-								
	sados								

Tabla 2. Características de algunos aislantes granulosos.

	Presentación. Utilización principal	Temperat. límite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso específico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m · K)	
PERLITE	A granel, grá-	-200	No	Buen	Débil	Mala	40 a 100	-50 °C	0.04
Material	nulos, placas,	+900						0 °C	0.045
volcánico	coquillas,							50 °C	0.052
expandido	Baja tempera-							100 °C	0.058
	tura								
VERMICULITE	Fabricación	1000	No	Muy buen	Débil	Muy	70 a 110	50 °C	0.092
Silicato de alúmi-	de hormigón		(salvo el	(salvo	(según	débil		100 °C	0.095
na y magnesio ex-	refractario.		aglome-	aglom.)	aglom.)				
pandido	Coquillas,		rante).						
	placas, borra								

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Tabla 2. Características de algunos aislantes granulosos (continuación).

	Presentación. Utilización principal	Temperat. límite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso específico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m·K)	
KIESELGUHR diatomeas fosili- zadas, secadas o calcinadas (Fire- backing)	A granel, pla- cas, coquillas, pasta	900	Si, en for- ma de pasta	Muy buen	Débil a buena	Muy débil	200 a 300	0 °C 0.05 50 °C 0.055 100 °C 0.06	
SILICATO DE CALCIO «Kieselguhr artificial» (kaylo)	Placas, coqui- llas	900	Ataca el aluminio	Buen	Buena	Muy débil	200	50 °C 0.055 100 °C 0.062	
MAGNESIA Carbonato hidra- tado de magnesio por calcinación de dolomías	Placas, coqui- llas, a granel	300	Ph. 9 a 10 Ataca el aluminio	Buen	Buena	Muy débil	200		

Tabla 3. Características de algunos aislantes celulares

	Presentación Utilización principal	Temperat. límite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso específico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m·K)	
CORCHO expandido	Polvo, gránu- los, placas, coquillas	-100 °C a 80 °C	No	Mal	Buena	Débil	100 a 200	-50 °C 0.04 0 °C 0.047 50 °C 0.052	
ESPUMA DE VIDRIO Expansión de vidrio por gas pesado	Placas, coquillas	-200 °C a 450 °C	No	Muy buen	Buena	Excelente	130 a 160	-50 °C 0.043 0 °C 0.05 50 °C 0.059 100 °C 0.068	
HORMIGÓN EXPANDIDO (hormigón + agua oxigenada)	Placas, coqui- llas ladrillos	-20 °C a 120 °C	No	Buen	Buena	Muy débil	800 a 2000	0 °C 0.071 50 °C 0.079 100 °C 0.085	
RESINAS SIN- TÉTICAS EX- PANDIDAS (Urea, formol, poliéster, poliesti- reno, polietileno, etc.)	Utilización a baja temperatura	Variable -150 °C a 170 °C, se- gún tipo	No	De regu- lar a débil	Media	Variable, según cé- lulas	De 10 a 80	0.029 a 0.045	
ESPUMAS ELASTOMERI- CAS	Coquillas, Planchas Cintas	105 °C	No	Auto extingui- bles	Media	Muy buc- na	60	20 °C	0.035

PLANOS

PLIEGO DE **CONDICIONES.**

4.1. DISPOSICIONES PRELIMINARES.

La legislación que deberemos de tener como punto de referencia para la realización del proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 891 / 1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares (B.O.E. de 12 mayo de 1980).
- Orden del 28 Julio 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares (B.O.E. 18 de agosto de 1980).
- Orden del 9 de abril de 1981, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización, a efectos de la concesión de subvenciones a los propietarios, en el desarrollo del artículo 13 de la ley 82/1980, del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (BOE 25 de Abril de 1981)
- Real Decreto 1751 / 1998 del 31 de julio, que aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (R.I.T.E.) y sus instrucciones técnicas complementarias (B.O.E. 5 de Agosto de 1998)
- Real Decreto 1218 / 2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751 / 1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E.) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. B.O.E. núm. 289 de 3 de diciembre.
- Pliego de condiciones técnicas de las instalaciones de energía solar térmica I.D.E.A. (ref. PET-REV-16.6.18.5/I-01).
- Ley 82 / 1980 del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. 27 de enero de 1981). - Resolución de la Dirección General del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), de 12 de marzo de 2002, por la que se establecen las bases reguladoras y la convocatoria para la concesión de ayudas para apoyo a la energía solar térmica, en el marco del Plan de Fomento de las Energías Renovables.
- Resolución del 5 de Noviembre de 2001, de la consejería de industria, comercio y turismo, por la que se aprueban las bases que han de regir las convocatorias públicas de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables en el año 2002.

Reglamento de recipientes a presión.

- Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 31 / 1995 del 8 de Noviembre sobre la prevención de riesgos laborales (BOE nº 269 del 10 de Noviembre).

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

- Real Decreto 1627 / 97, de 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- También se seguirá en todo lo posible otras normas como las U.N.E. de la asociación española de normalización y certificación (AENOR), normas C.T.E. del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las C.E.N. o I.S.O., como las siguientes:

UNE-EN 12975-1 Sistemas solares térmicos y componentes—Captadores Solares — Parte 1: Requisitos Generales.

UNE-EN 12975-2 Sistemas solares térmicos y componentes—Captadores Solares — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE-EN 12976-1. Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares prefabricados— Parte 1: Requisitos Generales

UNE-EN 12976-2 Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares prefabricados — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE-EN 12977-1. Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares a medida— Parte 1: Requisitos Generales

UNE-EN 12977-2 Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares a medida — Parte 2: Métodos de Ensayo.

prEN 806-1, Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption — Part 1: General.

prEN 1717, Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.

ENV 1991-2-3, Eurocode 1 — Basis of design and actions on structures — Part 2 - 3: Action on structures; snow loads.

ENV 1991-2-4, Eurocode 1 — Basis of design and actions on structures — Part 2 - 4: Action on structures; wind loads.

EN 60335-1:1995, Safety of household and similar electrical appliances — Part 1: General requirements (IEC 335-1:1991 modified).

EN 60335-2-21, Safety of household and similar electrical appliances — Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21:1989 + Amendments 1:1990 and 2:1990, modified).

ENV 61024-1 Protection of structures against lightning — Part 1: General principles (IEC 1024-1:1990, modified).

ISO 9488 Energía Solar — Vocabulario.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

2.2.1. COLECTORES.

Los colectores serán suministrados en jaulas de madera adecuadas para su traslado o elevación mediante carretillas elevadoras.

Las jaulas se almacenarán depositándolas sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, las jaulas se cubrirán para protegerlas del agua de lluvia. En el caso de que los colectores, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20 ° y máximo de 80 °, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical.

Hasta que los colectores no estén llenos de fluido caloportador es conveniente cubrirlos, a fin de evitar excesivas dilataciones.

2.2.2. INTERACUMULADOR.

Éste se instalará en el cuarto existente en la terraza de la vivienda, siendo la altura mínima del solado al interacumulador de 500 mm y sujeto a los tacones de la pared mediante espárragos roscados.

En espera de su instalación, puede ser almacenado horizontal o verticalmente en el suelo sin desembalar, para evitar golpes.

2.2.3. TUBERÍAS DE CIRCUITOS Y DEMÁS ELEMENTOS.

Serán todos ellos de primera calidad, evitando que en el almacenamiento de espera para su instalación estén expuestos a daños por golpes o descubiertos de su embalaje de fábrica.

2.2.4. HORMIGÓN.

El hormigón empleado como base de sustentación de los colectores será el de las características especificadas en mediciones.

El árido empleado será limpio, suelto y áspero, exento de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si es necesario se tamizará y lavará convenientemente con agua potable.

El cemento debe ser lento, marca de fábrica y perfectamente seco. Su peso específico debe ser como mínimo de 3,05 kg / dm³ y la finura de molido, residuo del 5 % en el tamiz de 900 mallas y del 20 % en el de 4900.

- **Materiales de acero.** Los materiales de acero empleados serán de buena calidad sin deformaciones, roturas ni otros defectos. No se admitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las estructuras, tanto en la zona soporte-colector como

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

de los redondos para armar el hormigón. El límite elástico será de 24 kg / mm² como corresponde a los aceros tipo A – 41.

4.3. CONDICIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS.

4.3.1. MATERIALES.

Todos los materiales serán de buena calidad y de reconocida casa comercial. Tendrán las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto y fije la dirección facultativa.

4.3.2. RECONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES.

Los materiales serán reconocidos en obra antes de su empleo por la dirección facultativa, sin cuya aprobación no podrán ser empleados en la obra. El contratista proporcionará a la dirección facultativa muestra de los materiales para su aprobación.

Los ensayos y análisis que la dirección facultativa crea necesarios, se realizarán en laboratorios autorizados para ello.

Los accesorios, codos, latiguillos, racores, etc., serán de buena calidad y estarán igualmente exentos de defectos, tanto en su fabricación como en la calidad de los materiales empleados.

4.4. EJECUCIÓN DE LA OBRA.

4.4.1. GENERALIDADES.

Las obras se ejecutarán de acuerdo con lo expuesto en el presente proyecto y a lo que dictamine la dirección facultativa.

El replanteo de las instalaciones se ajustará por el director de la obra, marcando sobre el terreno claramente todos los puntos necesarios para la ejecución de la obra en presencia del contratista y según proyecto.

El contratista facilitará por su cuenta todos los elementos que sean necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de la invariabilidad de las señales o datos fijados para su determinación.

Si el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas a su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras de la instalación solar.

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Es responsabilidad del suministrador comprobar la calidad de los materiales y del agua utilizada, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, en tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y / o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria, se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, esto se realizará desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

4.4.2. MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE Y CAPTADORES.

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje.

En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

4.4.3. MONTAJE DEL INTERACUMULADOR.

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente. La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente.

La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubiertas de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación y requerirá, para depósitos de más de 300 l, el diseño de un profesional competente.

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

4.4.4. MONTAJE DE LAS BOMBAS.

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado.

El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W). Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensa-estopas se instalarán sistemas de llenado automáticos.

4.4.5. MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos.

En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc., se guardarán en locales cerrados.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente, tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm. Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no deben ser inferiores a las siguientes: - 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V. - 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V. - 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos. Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente en el sentido de circulación, de aproximadamente un 1 %. Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2", para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

4.4.6. MONTAJE DEL AISLAMIENTO.

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc. deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección

4.5. MEDICIÓN Y ABONO DE OBRAS.

Colectores solares de placa plana. Se entiende por unidad de colector solar de placa plana al número de éstos para que el rendimiento de la instalación sea el requerido en el proyecto.

En el precio unitario están incluidos portes, descarga, instalación y accesorios de unión de éstos a todos sus elementos (tuberías, sondas, etc.)

Replanteo. Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesite para los replanteos serán de cuenta del contratista, no teniendo por este concepto derecho a indemnización de ninguna clase.

El contratista será responsable de los errores que resulten de los replanteos con relación a los planos acotados que el director de la obra facilite a su debido tiempo.

Mediciones. Los circuitos se medirán en metros lineales y partes proporcionales de elementos de anclaje y accesorios (codos, empalmes, etc.)

El hormigón para armar se cubicará en su verdadera magnitud en metros cúbicos. La mezcla anticongelante se cubicará en litros.

Todos los elementos de la instalación se medirán por unidades totalmente instaladas y funcionando, con partes proporcionales de sujeción y accesorios.

Abono de las obras. Se abonarán al contratista las obras que realmente ejecuta con sujeción al proyecto aprobado, las modificaciones debidamente autorizadas y que se introduzcan, y las órdenes que le hayan sido comunicadas por el director de la obra.

Si en virtud de alguna disposición del director de la obra, se introdujera alguna reforma en la misma que suponga aumento o disminución del presupuesto, el contratista queda obligado a ejecutarla con los precios que figuran en el presupuesto del contrato y de no haberlos se establecerán previamente.

El abono de la obra se efectuará en la recepción la las mismas.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Comienzos de las obras. El contratista deberá comenzar las obras a los quince días de la firma del contrato y en su ejecución se ajustará a los planos que le suministre el director de la obra. Él se sujetará a las leyes, reglamentos, normas y ordenanzas vigentes, así como los que se dicten durante la ejecución de las obras.

Responsabilidades en la ejecución. El contratista es el único responsable de la ejecución de las obras que haya contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudieran costarle los materiales ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo todas ellas de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del director de la obra.

Será asimismo responsable ante los tribunales de los accidentes que por su inexperiencia o descuido ocurran en la construcción de la instalación, en cuyo caso, si no fuese persona competente en los trabajos, tendrá obligación de hacerse representar por otra que tenga para ello los debidos conocimientos.

4.6. DISPOSICIONES FINALES.

4.6.1. CONDICIONES DE CONTRATACIÓN.

- **Elección de componentes.** Todos los materiales utilizados en el montaje de la instalación corresponden a los de mayor fiabilidad de los que se encuentran en el mercado, cumpliendo a su vez, todas y cada una de las condiciones de trabajo a que éstos se someten.

- **Prescripciones generales de la instalación.** Se aplicarán todas las previstas en el R.I.T.E.

4.6.2. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

La casa constructora encargada de la ejecución del presente proyecto deberá tener en cuenta todas las normas que sobre el montaje existan.

Todas las obras deberán ser realizadas por personal cualificado.

- **Plazo de ejecución.** Sería fijado en el plazo de ejecución de las bases de contratación.

- **Comprobación del circuito.** Una vez terminado el montaje se efectuarán los siguientes controles:

- Verificar sentido de la bomba.
- Verificar sentido de las válvulas anti-retorno.
- Colocación de sondas de temperatura.
- Verificar la inexistencia de fugas.
- Purgar la instalación.
- Comprobar la correcta puesta en marcha y parada del grupo de control.
- Ajustar el caudal del circuito primario para un óptimo rendimiento.
- Vigilar la presión de los circuitos y verificar, si existen o no golpes de ariete.

- **Prueba final de entrega.** Antes de dar por finalizada la ejecución del proyecto se someterá a la instalación a una prueba en iguales condiciones a las que va a ser empleada normalmente.

4.6.3. CONDICIONES FACULTATIVAS.

- **Dirección.** La dirección del montaje estará realizada en su totalidad por la persona firmante de este proyecto.

La instalación de los elementos se adecuará totalmente a los planos y documentos del presente proyecto.

Si hubiera necesidad de variar algún punto de este proyecto, será el director del montaje el único autorizado para ello.

- **Interpretación.** La interpretación del proyecto en toda su amplitud correrá a cargo del técnico, al que la casa constructora deberá obedecer en todo momento.

Si hubiese alguna diferencia en la interpretación de las condiciones del citado proyecto, la casa constructora deberá aceptar y obedecer la opinión del técnico.

- **Responsabilidad de la casa constructora.** Esta será la única responsable de las indemnizaciones a que hubiera lugar por el sobreprecio que pudiera costarle la instalación de los elementos del proyecto y por las erradas maniobras que pudiera cometer durante la realización del mismo.

- **Duración de obra.** La casa constructora abonará una determinada cantidad por cada día de retraso en la entrega de la instalación totalmente terminada.

- **Exclusividad de proyecto.** La casa constructora no podrá en ningún caso traspasar este contrato ni dar su trabajo a otra persona, sin previa autorización de la dirección técnica.

4.6.4. GARANTÍAS.

- **Plazo de garantía.** El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones.

Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que se hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador.

Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de: - 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo). - 48 horas, si la instalación solar no funciona. - una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador.

Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

Recepción definitiva. Al cumplirse el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva, mediante las pruebas consiguientes.

Si los resultados fueran satisfactorios, se levantará acta en la que se hará constar el resultado de las demás pruebas unificadas durante el período de garantía.

4.6.5. TRAMITACIÓN.

- Tramitación oficial. Serán por cuenta del contratista los trámites necesarios entre los organismos interesados para la legalización de la instalación.

Todos los gastos, incluidas las copias del proyecto que se produzcan, serán también por su cuenta. Será responsable de cualquier demora que dé lugar los fallos en esta tramitación.

- Validez del presupuesto. El presupuesto del proyecto será válido por un período máximo de 30 días, transcurridos los cuales aplicará sobre la totalidad de éste, el incremento o la disminución en porcentaje igual al que el estado publique en concepto de incremento de precios, no pudiendo sobrepasar en ningún caso el índice de fluctuación oficial.

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Al precio indicado en el presupuesto se le repercutirá el I.V.A. correspondiente.

- Cambio de constructor. El adjudicatario no podrá ceder ni traspasar a otra persona física o jurídica la contrata, sin la plena ni expresa autorización de la administración.

PRESUPUESTO

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

5.1. MEDICIONES

Número	Descripción	Unidades	Parcial	Total
1.1	Colector T130-S Colector solar plano modelo T130-S con una superficie de útil de 2.6 m ² , con un tratamiento "Black Cristal", un vidrio con un espesor de 4 mm, con aislamiento de fibra de vidrio, instalación y accesorios	1	2.6 m ²	2.6 m ²
1.2	Depósito acumulador intercambiador modelo Vitorell – V 100 Depósito para ACS y calefacción de posición vertical, con una capacidad de 400 litros, con revestimiento de poliuretano de 40 mm, instalación y accesorios.	1	400 l.	400 l.
1.3	Estructura prefabricada EQUIPO 200 – CI Estructura de acero normalizado, cortado, taladrado y posteriormente galvanizado para resistir los efectos de la intemperie, con instalación en tejado y accesorios.	1	-	1
1.4	Bobina de cobre Bobina de 25 kg. de cobre 01 TF 174 de 11 mm de diámetro, 0.80 mm de grosor, 53 metros e instalación	1	-	45 m. lineales
1.5	Intercambiador de placas Intercambiador de placas modelo IT021 con un rango de potencia de hasta 150kW térmicos, una presión de uso de 10 bar, un caudal máximo de 14 m ³ /h, instalación y accesorios	1	-	1
1.6	Aislamiento tubular flexible SOLAR HT Aislamiento para tuberías de 11 mm de diámetro con un espesor de 19 mm y una temperatura límite de 155°C	1	-	45 m lineales
1.7	Válvula de bola o esfera Válvula motorizada 220V rosca ½" blokafer R2SC ½", instalada, material y accesorios	2	-	2
1.8	Válvula motorizada de 3 vías R325-LR230 Válvula de Bola Belimo Motorizada 3 VIAS ½", instalada, material y accesorios	4	-	4
1.9	Sonda de temperatura interior Sonda interior PVC S6, instalada, material y accesorios	3	-	3
1.10	Sonda de temperatura exterior Sonda exterior STIEBEL WZD-A, instalada, material y accesorios	1	-	1
1.11	Válvula de seguridad Válvula de seguridad de ½" tarada a 8 kg, instalada, material y accesorios	2	-	2
1.12	Válvula de vaciado Válvula de vaciado de latón de ½", instalación., material y accesorios	2	-	2
1.13	Válvula antirretorno Válvula de retención EUROPA ½", instalación, material y accesorios	1	-	1
1.14	Líquido caloportador Etilenglicol calor específico de 3,83 kJ/(kg·K)°C con concentración del 21%	32 l.	-	32 l.
1.15	Vaso de expansión Vaso de expansión AC 04 101 de 7 litros de capacidad, con manguitos de ½", alimentación 3/8", conexión ½", rebosadero ½", instalación y accesorios	1	-	1
1.16	Purgador de aire Modelo FLEXAIR 32k de Roca, instalación y accesorios	1	-	1
1.17	Bomba de agua Modelo SOKI 40 K de circulación de 3 posiciones, válvula de seguridad de 6 bar, manómetro, 2 termómetros de esfera, válvula antirretorno desbloqueable, purga de aire, válvula de paso, llave de llenado, caudalímetro, alimentación 230V, instalación y accesorios	1	-	1
1.18	Sistema de control Regulador SOM SBK de STIEBEL ELTRON con regulación de la instalación solar, regulación del equipo de apoyo a caldera, regulación para válvulas de 3 vías y electrocirculadores, instalación y accesorios	1	-	1
1.19	Abrazaderas Abrazaderas aisladas AI 07 403 para tuberías de 10 a 14 mm de diámetro con aislamiento de 13 mm e instalación	24	-	24

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

5.2. PRECIOS UNITARIOS

Número	Descripción	Precio (€)
1.1	Colector Colector solar plano modelo T130-S con una superficie de útil de 2.6 m ² , con un tratamiento "Black Cristal", un vidrio con un espesor de 4 mm, con aislamiento de fibra de vidrio, instalación y accesorios	588.85 Quinientos ochenta y ocho con ochenta y cinco euros
1.2	Depósito acumulador intercambiador modelo Depósito Vitocell V 100 para ACS y calefacción de posición vertical, con una capacidad de 400 litros, con revestimiento de poliuretano de 40 mm, instalación y accesorios.	690.00 Seiscientos noventa euros
1.3	Estructura prefabricada Estructura EQUIPO 200 – CI ESC1-130 de acero normalizado, cortado, taladrado y posteriormente galvanizado para resistir los efectos de la intemperie, con instalación en tejado y accesorios.	135.00 Ciento treinta y cinco euros
1.4	Bobina de cobre Bobina de 25 kg. de cobre 01 TF 174 de 11mm de diámetro, 0.80 mm de grosor, 53 metros e instalación	238.80 Dos cientos treinta y ocho con ochenta euros
1.5	Intercambiador de placas Intercambiador de placas modelo IT021 con un rango de potencia de hasta 150kW térmicos, una presión de uso de 10 bar, un caudal máximo de 14 m ³ /h, instalación y accesorios	351.85 Trescientos cincuenta y uno con ochenta y cinco euros
1.6	Aislamiento tubular flexible Aislamiento SOLAR HT para tuberías de 11mm de diámetro con un espesor de 19mm y una temperatura límite de 155°C	3.96 Tres con noventa y seis euros
1.7	Válvula de bola o esfera Válvula motorizada 220V rosca ½" blokafer R2SC ½", instalada, material y accesorios	8.14 Ocho con catorce euros
1.8	Válvula de 3 vías Válvula de 3 vías TA-Mix con racores a compresión para cobre, presión de 10 bar, rosca de ½", instalada, material y accesorios	83.01 Ochenta y tres euros con un céntimo
1.9	Sonda de temperatura interior Sonda interior PVC S6, instalada, material y accesorios	11.23 Once con veintitrés euros
1.10	Sonda de temperatura exterior Sonda exterior STIEBEL WZD-A, instalada, material y accesorios	61.29 Sesenta y uno con veintinueve euros
1.11	Válvula de seguridad Válvula de seguridad de ½" tarada a 8 kg, instalada, material y accesorios	13.39 Trece con treinta y nueve euros
1.12	Válvula de vaciado Válvula de vaciado de latón de ½", instalación., material y accesorios	21.84 Veintiuno con ochenta y cuatro euros
1.13	Válvula antirretorno Válvula de retención EUROPA ½", instalación, material y accesorios	13.65 Trece con sesenta y cinco euros
1.14	Líquido caloportador Etilenglicol calor específico de 3,83 kJ/(kg·K)°C con concentración del 21%	4.72 Cuatro con setenta y dos euros
1.15	Vaso de expansión Vaso de expansión AC 04 101 de 7 litros de capacidad, con manguitos de ½", alimentación 3/8", conexión ½", rebosadero ½", instalación y accesorios	54.11 Cincuenta y cuatro con once euros
1.16	Purgador de aire Modelo FLEXAIR 32k de Roca, instalación y accesorios	40.00 Cuarenta euros
1.17	Bomba de agua Modelo SOKI 40 K de circulación de 3 posiciones, válvula de seguridad de 6 bar, manómetro, 2 termómetros de esfera, válvula antirretorno desbloqueable, purga de aire, válvula de paso, llave de llenado, caudalímetro, alimentación 230V, instalación y accesorios	441.00 Cuatrocientos cuarenta y uno euros
1.18	Sistema de control Regulador SOM SBK de STIEBEL ELTRON con regulación de la instalación solar, regulación del equipo de apoyo a caldera, regulación para válvulas de 3 vías y electrocirculadores, instalación y accesorios	442.00 Cuatrocientos cuarenta y dos euros
1.19	Abrazaderas Abrazaderas aisladas AI 07 403 para tuberías de 10 a 14 mm de diámetro con aislamiento de 13 mm e instalación	1.82 Uno con ochenta y dos euros

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

5.3. PRECIOS DESCOMPUESTOS

Número	Descripción	PRECIO	Precio (€)
1.1	Colector Colector solar plano modelo T130-S con una superficie de útil de 2.6 m ² , con un tratamiento "Black Cristal", un vidrio con un espesor de 4 mm, con aislamiento de fibra de vidrio, instalación y accesorios		
	1 ud Colector solar T130-S	520.00	520.00
	2.5h Peón Albañil	9.00	22.15
	0.45 h Oficial 1ª Fontanero Calefactor	18.00	8.10
	0.55 h Grúa	39.00	21.45
	3% Costes indirectos	571.70	17.15
	TOTAL-----		588.85
1.2	Depósito acumulador intercambiador modelo Depósito Vitocell V 100 para ACS y calefacción de posición vertical, con una capacidad de 400 litros, con revestimiento de poliuretano de 40 mm, instalación y accesorios.		
	1 ud Depósito Vitocell V 100	626.25	626.25
	2 h Peón	9.00	18.00
	0.20 h Oficial 1ª Fontanero Calefactor	18.00	3.60
	3% Costes indirectos	670.00	20.00
	TOTAL-----		690.00
1.3	Estructura prefabricada Estructura EQUIPO 200 – CI ESC1-130 de acero normalizado, cortado, taladrado y posteriormente galvanizado para resistir los efectos de la intemperie, con instalación en tejado y accesorios.		
	1 ud Estructura ESCI - 130	121.65	121.65
	2.5h Peón	9.00	4.50
	0.20 h Grúa	39.00	7.80
	3% Costes indirectos	130.95	4.05
	TOTAL-----		135.00
1.4	Tubo de cobre, aislada y amarrada Unidad de tubo de cobre de la Bobina de 25 kg. 01 TF 174 de 11mm de diámetro, 0.80 mm de grosor		
	1 ud Tubo de cobre		
	0.5 h Oficial 1º Fontanero Calefactor	4.50	4.50
	0.50 h Ayudante Técnico Fontanería	15.00	2.25
	3% Costes indirectos	10.00	1.50
	TOTAL-----	8.25	0.25
			8.50
1.5	Intercambiador de placas Intercambiador de placas modelo IT021 con un rango de potencia de hasta 150kW térmicos, una presión de uso de 10 bar, un caudal máximo de 14 m ³ /h, instalación y accesorios		
	1 ud Intercambiador de placas IT021	320.00	320.00
	2 h Peón	9.00	18.00
	0.20 h Oficial 1ª Fontanero Calefactor	18.00	3.60
	3% Costes indirectos	341.60	10.25
	TOTAL-----		351.85
1.6	Aislamiento tubular flexible Aislamiento SOLAR HT para tuberías de 11mm de diámetro con un espesor de 19mm y una temperatura límite de 155°C		
	1 ud Aislamiento SOLAR HT	3.96	3.96
	0.15 h Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	2.25
	0.15 h Ayudante Técnico Fontanería	10.00	1.50
	3% Costes indirectos	7.71	0.23
	TOTAL-----		7.94

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

Válvula de bola o esfera			
Válvula motorizada 220V rosca ½” blokafer R2SC ½”, instalada, material y accesorios			
1 ud	Válvula R2SC	4.9	4.90
0.1 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	1.50
0.15 h	Ayudante Técnico Fontanería	10.00	1.50
3%	Costes indirectos	7.90	0.24
TOTAL-----			8.14
Válvula motorizada de 3 vías			
Válvula de 3 vías TA-Mix con racores a compresión para cobre, 10 bar de presión, rosca de ½”, instalada, material y accesorios			
1 ud	Válvula TA-Mix	66.09	66.09
0.5 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	7.50
0.7 h	Ayudante Técnico Fontanería	10.00	7.00
3%	Costes indirectos	80.59	2.42
TOTAL-----			83.01
Sonda de temperatura interior			
Sonda interior PVC S6, instalada, material y accesorios			
1 ud	Sonda interior PVC S6	7.90	7.90
0.20 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	3.00
3%	Costes indirectos	10.90	0.33
TOTAL-----			11.23
Sonda de temperatura exterior			
Sonda exterior STIEBEL WZD-A, instalada, material y accesorios			
1 ud	Sonda exterior STIEBEL WZD-A	55.00	55.00
0.30 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	4.50
3%	Costes indirectos	59.50	1.78
TOTAL-----			61.29
Válvula de seguridad			
Válvula de seguridad de ½” tarada a 8 kg, instalada, material y accesorios			
1 ud	Válvula de seguridad	10.00	10.00
0.30 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	3.00
3%	Costes indirectos	13.00	0.39
TOTAL-----			13.39
Válvula de vaciado			
Válvula de vaciado de latón de ½”, instalación., material y accesorios			
1 ud	Válvula de vaciado	18.20	18.20
0.30 h	Ayudante Técnico Fontanería	10.00	3.00
3%	Costes indirectos	21.20	0.64
TOTAL-----			21.84
Válvula antirretorno			
Válvula de retención EUROPA ½”, instalación, material y accesorios			
1 ud	Válvula de retención EUROPA	6.50	6.50
0.45 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	6.75
3%	Costes indirectos	13.25	0.40
TOTAL-----			13.65
Líquido caloportador			
Etilenglicol calor específico de 3,83 kJ/(kg·K)°C con concentración del 21%			
1 litro	Etilenglicol con concentración del 21%	0.83	0.83
0.25 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	3.75
3%	Costes indirectos	4.58	0.10
TOTAL-----			4.72

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

1.15	Vaso de expansión			
	Vaso de expansión AC 04 101 de 7 litros de capacidad, con manguitos de ½", alimentación 3/8", conexión ½", rebosadero ½", instalación y accesorios			
	1 ud	Vaso de expansión AC 04 101	46.49	46.49
	0.40 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	6.00
	3%	Costes indirectos	52.49	1.62
		TOTAL-----		54.11
1.16	Purgador de aire			
	Modelo FLEXAIR 32k de Roca, instalación y accesorios			
	1 ud	Purgador de aire FLEXAIR 32k	34.30	34.30
	0.30 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	4.50
	3%	Costes indirectos	38.80	1.20
		TOTAL-----		40.00
1.17	Bomba de agua			
	Modelo SOKI 40 K de circulación de 3 posiciones, válvula de seguridad de 6 bar, manómetro, 2 termómetros de esfera, válvula antirretorno desbloqueable, purga de aire, válvula de paso, llave de llenado, caudalímetro, alimentación 230V, instalación y accesorios			
	1 ud	Bomba de agua SOKI 40 K	413.27	413.27
	0.5 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	7.50
	0.7 h	Ayudante Técnico Fontanería	10.00	7.00
	3%	Costes indirectos	427.77	13.23
		TOTAL-----		441.00
1.18	Sistema de control			
	Regulador SOM SBK de STIEBEL ELTRON con regulación de la instalación solar, regulación del equipo de apoyo a caldera, regulación para válvulas de 3 vías y electrocirculadores, instalación y accesorios			
	1 ud	Sistema de control SOM SBK	411.74	411.74
	0.6 h	Oficial 1º Fontanero Calefactor	15.00	9.00
	0.8 h	Ayudante Técnico Fontanería	10.00	8.00
	3%	Costes indirectos	428.74	13.26
		TOTAL-----		442.00
1.19	Abrazaderas			
	Abrazaderas aisladas AI 07 403 para tuberías de 10 a 14 mm de diámetro con aislamiento de 13 mm e instalación			
	1 ud	Abrazadera AI07 403	0.77	0.77
	0.10 h	Ayudante Técnico Fontanería	10.00	1.00
	3%	Costes indirectos	1.77	0.05
		TOTAL-----		1.82

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

5.4. PRESUPUESTO PARCIAL

Número	Descripción	Unidades	Precio (€)	Importe (€)
1.1	Colector Colector solar plano modelo T130-S con una superficie de útil de 2.6 m ² , con un tratamiento "Black Cristal", un vidrio con un espesor de 4 mm, con aislamiento de fibra de vidrio, instalación y accesorios	1	588.85	588.85
1.2	Depósito acumulador intercambiador modelo Depósito Vitocell V 100 para ACS y calefacción de posición vertical, con una capacidad de 400 litros, con revestimiento de poliuretano de 40 mm, instalación y accesorios.	1	690.00	690.00
1.3	Estructura prefabricada Estructura EQUIPO 200 – CI ESC1-130 de acero normalizado, cortado, taladrado y posteriormente galvanizado para resistir los efectos de la intemperie, con instalación en tejado y accesorios.	1	135.00	135.00
1.4	Bobina de cobre Bobina de 25 kg. de cobre 01 TF 174 de 11mm de diámetro, 0.80 mm de grosor, 53 metros e instalación	45	8.50	382.50
1.5	Intercambiador de placas Intercambiador de placas modelo IT021 con un rango de potencia de hasta 150kW térmicos, una presión de uso de 10 bar, un caudal máximo de 14 m ³ /h, instalación y accesorios	1	351.85	351.85
1.6	Aislamiento tubular flexible Aislamiento SOLAR HT para tuberías de 11mm de diámetro con un espesor de 19mm y una temperatura límite de 155°C	45	3.96	178.20
1.7	Válvula de bola o esfera Válvula motorizada 220V rosca ½" blokafer R2SC ½", instalada, material y accesorios	2	8.14	16.28
1.8	Válvula de 3 vías Válvula de 3 vías TA-Mix con racores a compresión para cobre, presión máxima de 10 bar, rosca de ½", instalada, material y accesorios	4	83.01	332.04
1.9	Sonda de temperatura interior Sonda interior PVC S6, instalada, material y accesorios	3	11.23	33.69
1.10	Sonda de temperatura exterior Sonda exterior STIEBEL WZD-A, instalada, material y accesorios	1	61.29	61.29
1.11	Válvula de seguridad Válvula de seguridad de ½" tarada a 8 kg, instalada, material y accesorios	2	13.39	26.78
1.12	Válvula de vaciado Válvula de vaciado de latón de ½", instalación., material y accesorios	2	21.84	43.68
1.13	Válvula antirretorno Válvula de retención EUROPA ½", instalación, material y accesorios	1	13.65	13.65
1.14	Líquido caloportador Etilenglicol calor específico de 3,83 kJ/(kg·K)°C con concentración del 21%	10.7 l.	4.72	50.50
1.15	Vaso de expansión Vaso de expansión AC 04 101 de 7 litros de capacidad, con manguitos de ½", alimentación 3/8", conexión ½", rebosadero ½", instalación y accesorios	1	54.11	54.11
1.16	Purgador de aire Modelo FLEXAIR 32k de Roca, instalación y accesorios	1	40.00	40.00
1.17	Bomba de agua Modelo SOKI 40 K de circulación de 3 posiciones, válvula de seguridad de 6 bar, manómetro, 2 termómetros de esfera, válvula antirretorno desbloqueable, purga de aire, válvula de paso, llave de llenado, caudalímetro, alimentación 230V, instalación y accesorios	1	441.00	441.00
1.18	Sistema de control Regulador SOM SBK de STIEBEL ELTRON con regulación de la instalación solar, regulación del equipo de apoyo a caldera, regulación para válvulas de 3 vías y electrocirculadores, instalación y accesorios	1	442.00	442.00
1.19	Abrazaderas Abrazaderas aisladas AI 07 403 para tuberías de 10 a 14 mm de diámetro con aislamiento de 13 mm e instalación	24	1.82	43.68
TOTAL CAPITULO				3924.70

INSTALACIÓN SOLAR EN VIVIENDA RURAL

5.5. PRESUPUESTO GENERAL

CAPITULO

INSTALACIÓN SOLAR DE ACS Y APOYO A CALEFACCIÓN	3924.70 €
--	-----------

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (Pm)	3924.70 €
--	-----------

Asciende el presupuesto de ejecución material, a la cantidad de TRES MIL NOVECIENTOS VEINTICUATRO CON SETENTA EUROS.

Gastos generales (15%)	588.71 €
Beneficio Industrial (6%)	235.48 €
Total Parcial	4748.89 €

I.V.A. (16% Total Parcial)	759.82 €
----------------------------	----------

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	5508.71 €
---	-----------

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata, a la citada cantidad de CINCO MIL QUINIENTOS OCHO CON SETENTA Y UN EUROS